

7. ÇAMUR KEKİNDE YAPILACAK ANALİZLER (İP 7)

Ülkemizde bulunan evsel ve kentsel nitelikli atıksu arıtma tesislerinde oluşan çamur keki örneklerinin özelliklerinin belirlenmesi amacı ile yapılacak karakterizasyon çalışmalarını kapsayan ve Ağustos 2010 itibari ile başlamış olan İP 7 iş paketi DEÜ Grubu koordinasyonunda yürütülmüştür.

Proje önerisinde, İP 7 iş paketinde İP 1 iş paketinden elde edilen bilgiler doğrultusunda her bölgeyi temsil edecek arıtma tesisleri seçilmesi, proje önerisinin kabul edildiği tarih itibariyle, ülkemiz Çevre Mevzuatı kapsamındaki parametreler dikkate alınarak yapılacak çeşitli analizler ile demografik, bölgesel ve iklim farklılıkları bazında, seçilen bu tesislerden alınacak çamur keki örneklerinin özelliklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda, 7 coğrafi bölgeden seçilen 2 adet evsel + 2 adet kentsel atıksu arıtma tesislerinden (toplam 28 adet tesis) mevsimsel değişikliklerin etkisini de ortaya koymak üzere yaz ve kış aylarını temsilen yılda 2 kez çamur keki numunesi olmak üzere toplam 56 adet çamur keki numunesi alınması planlanmıştır. II. ve III. Gelişme Raporları'nda da gerekçeleri ayrıntılı olarak belirtildiği gibi Kış Dönemi'nde 27 adet tesisten ve Yaz Dönemi'nde 29 adet tesisten alınan çamur keki numunelerinde analizler yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlar, ilgili gelişme raporlarında detaylı olarak sunulmuştur. Proje kapsamında Kış Dönemi ve Yaz Dönemi örneklemeleri için seçilen tesisler Tablo 1'de verilmektedir.

Bu gelişme raporu kapsamında, orijinal çamur keki örnekleri ve bu örneklerden hazırlanan eluat örnekleri üzerinde analizi yapılan parametrelerin, bölgesel ve mevsimsel değişimlerinin yanı sıra arıtma tesislerinde uygulanan biyolojik arıtma işlemi türü ve çamur işleme yöntemlerine göre de detaylı değerlendirmeleri yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler, aşağıda ayrı başlıklar halinde sunulmaktadır.

Tablo 7.1 : Çamur Keki Örnekleme için Seçilen Tesisler

Numune No	Numunenin Alındığı Bölge	Numunenin Alındığı Tesis	Evsel/Kentsel Arıtma Türü
1	Marmara	Bahçeşehir-İstanbul	Evsel
2	Marmara	BUSKİ-Bursa	Kentsel
3	Marmara	Kullar-Kocaeli	Evsel
4	Doğu Anadolu	Malatya	Evsel
5	Doğu Anadolu	Elazığ	Kentsel
6	Güneydoğu Anadolu	GASKİ 1	Kentsel
7	Güneydoğu Anadolu	GASKİ 2	Evsel
8	Karadeniz	Düzce Merkez	Kentsel
9	Karadeniz	Akçakoca	Evsel
10	Karadeniz	Bafra-Samsun	Kentsel
11	Karadeniz	19 Mayıs-Samsun	Kentsel
12	İç Anadolu	KASKİ	Kentsel
13	İç Anadolu	Yozgat	Evsel
14	Marmara	Karamürsel-Kocaeli	Evsel
15	İç Anadolu	Nevşehir	Evsel
16	Doğu Anadolu	Erzincan	Evsel
17	Akdeniz	Seyhan-Adana	Kentsel
18	Akdeniz	MESKİ-Mersin	Evsel
19	İç Anadolu	Tatlar-Ankara	Kentsel
20	Ege	Çiğli-İzmir	Kentsel
21	Ege	Foça-İzmir	Evsel
22	Güneydoğu Anadolu	Siirt	Evsel
23	Ege	Denizli	Kentsel
24	Ege	Manisa	Kentsel
25	Akdeniz	Antalya-Lara	Evsel
26	Doğu Anadolu	Van	Evsel
27	Akdeniz	Antalya-Kemer	Evsel
28	Güneydoğu Anadolu	Şanlıurfa	Evsel
29	Ege	İzmir Güneybatı	Evsel

7.1. Mevsimsel Farklılıkların Değerlendirilmesi

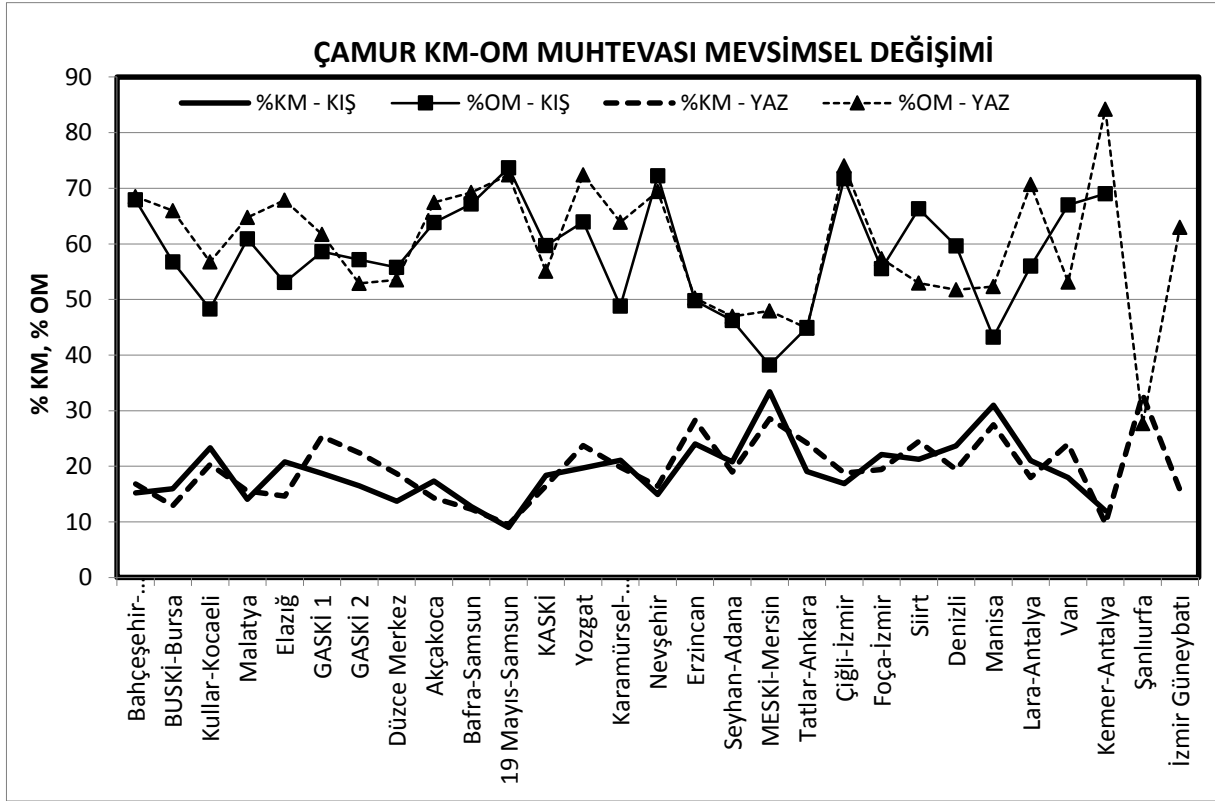
7.1.1. DEÜ Grubu Tarafından Yürütülen Çalışmalar

7.1.1.1. Orijinal Çamur Keki Örneklerinde Yapılan Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Toplam Katı Madde ve Organik Madde

Proje ekibi tarafından her bölge için seçilmiş olan evsel/kentsel atıksu arıtma tesislerinden, Kış ve Yaz dönemini temsilen alınan çamur keki örneklerinde yapılan katı madde (KM) ve organik madde (OM) analizlerinin mevsimlik değişimi Şekil 7.1'de verilmektedir. Çamur keki numunelerinde katı madde içeriklerinde Kış ve Yaz arasında önemli bir mevsimlik farklılık olmadığı ve çamur keki katı madde içeriklerinin %9 ile %33 arasında değişen değerlerde olduğu; organik madde içerikleri açısından değerlendirildiğinde ise benzer şekilde organik

madde içeriklerinde de Kış ve Yaz arasında önemli bir mevsimlik farklılık olmadığı ve çamur keki organik madde içeriklerinin %38 ile %84 arasında değiştiği belirlenmiştir.

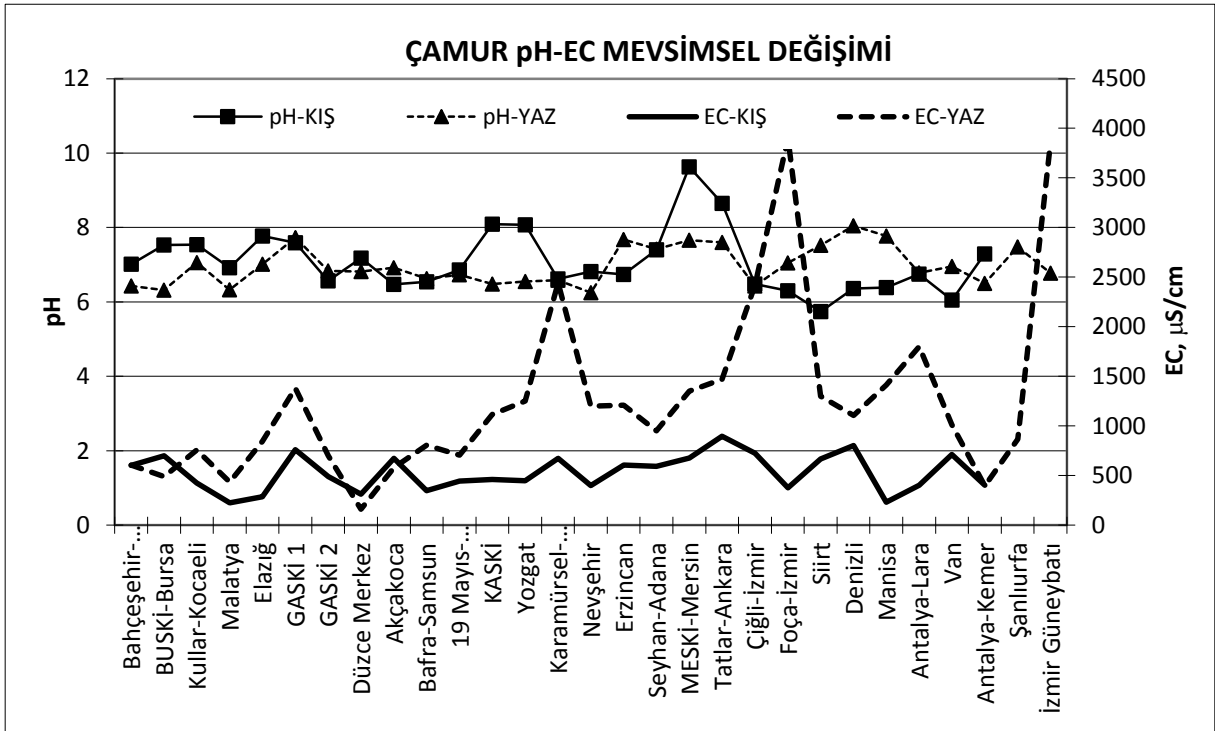


Şekil 7.1 : Çamur KM ve OM değerlerinin mevsimsel değişimi

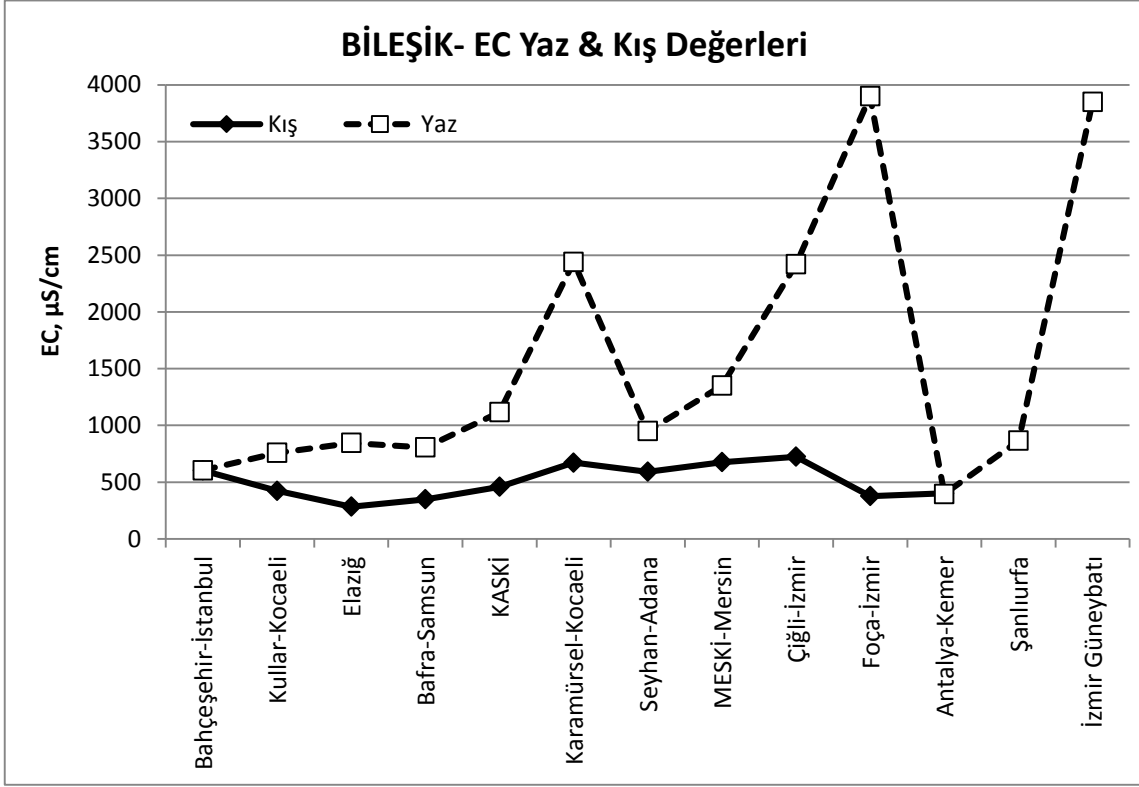
pH ve Elektriksel İletkenlik

Orijinal çamur keki numunelerinin pH ve elektriksel iletkenlik değerlerinin mevsimlik değişimi Şekil 7.2’de verilmektedir. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, çamur keki numunelerinin pH değerlerinin nötral seviyelerde olduğu, yıl içinde önemli salınımların olmadığı görülmektedir. Elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinde ise Kış ve Yaz mevsimleri itibariyle önemli salınımlar olduğu gözlenmektedir. Kış mevsiminde elektriksel iletkenlik değerlerinde çok önemli salınımlar olmazken; Yaz dönemi numunelerindeki değerlerin daha yüksek olduğu ve bazı tesisler için önemli pik değerler bulunduğu gözlenmektedir. Kış dönemi çamur keki örneklerinde elektriksel iletkenlik değerleri 224-895 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında değişmektedir. Bu dönemde ölçümlenen en yüksek değerler, Ankara Tatlar (895 $\mu\text{S}/\text{cm}$), Denizli (803 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ve GASKİ-1 (759 $\mu\text{S}/\text{cm}$) AAT’den alınan çamur keki örneklerine aittir. Yaz dönemi çamur keki örneklerinde elektriksel iletkenlik değerlerinin 160-3900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında salınım gösterdiği belirlenmiştir. Yaz döneminde en yüksek değerlerin elde edildiği örnekler, Foça (3900 $\mu\text{S}/\text{cm}$), Güneybatı (3850 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ve Karamürsel Kocaeli (2440 $\mu\text{S}/\text{cm}$) AAT’lerinden alınan çamur keki örnekleridir. Kıyı bölgelerde yer alan bu tesislerde Yaz

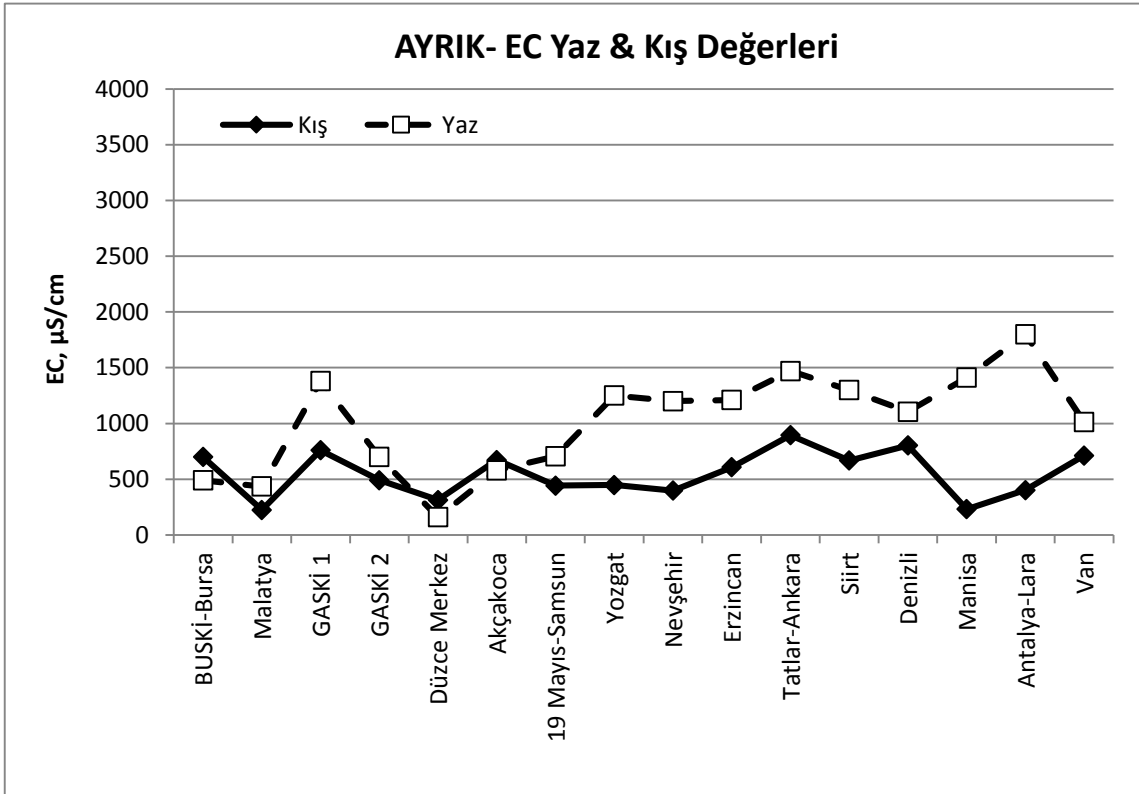
dönemi numunelerindeki elektriksel iletkenlik değerlerinin bu kadar yüksek olması, yaz döneminde aşırı su tüketimi nedeniyle yeraltı suyu seviyesinin düşmesi sonucu tuzlu su girişiminin olduğunun bir göstergesi olarak yorumlanabilir. Hem evsel hem de kentsel atıksu arıtma tesislerinde, kış dönemi örneklemesinde EC değerleri ortalama 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ civarında iken, yaz dönemi örneklemesinde önemli oranda artışlar olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte yaz döneminde evsel nitelikli AAT'lerde (605-3900 $\mu\text{S}/\text{cm}$) kentsel tesislere (490-2420 $\mu\text{S}/\text{cm}$) oranla daha büyük artışlar saptanmıştır. Gerek evsel gerekse kentsel nitelikli AAT'ler için en yüksek değerlerin elde edildiği Foça (3900 $\mu\text{S}/\text{cm}$), Güneybatı (3850 $\mu\text{S}/\text{cm}$) evsel AAT ve Çiğli kentsel nitelikli AAT (2420 $\mu\text{S}/\text{cm}$) infiltrasyonla tuzlu su girişinin olduğu kıyı bölgesinde yer alan tesislerdir. Belirtilen bu tesislerde kanalizasyon sistemi bileşik sistemdir. EC değerleri kanalizasyon sisteminin ayrık ya da bileşik olmasına göre değerlendirildiğinde, kış dönemi örneklerine göre yaz dönemi örneklerinin EC değerleri daha yüksektir. Yaz döneminde yüksek olan bu değerler ayrık kanalizasyon sistemine sahip AAT'lerde daha düşüktür. Ayrık sisteme sahip AAT'lerin bileşik sisteme sahip AAT'lere göre daha düşük EC değerlerine sahip olmasında önemli bir etken daha büyük çaplara sahip bileşik kanalizasyon sistemine olabilecek infiltrasyon miktarlarının fazla olması olarak düşünülebilir. Çamur keki örneklerinin alındığı tesislerin bulunduğu bölgedeki mevcut kanalizasyon sisteminin ayrık veya bileşik olmasına ve AAT'lerin evsel veya kentsel sınıflandırılmasına göre değerlendirildiği EC sonuçları Şekil 7.3 ve Şekil 7.6 arasında grafiğe aktarılmıştır.



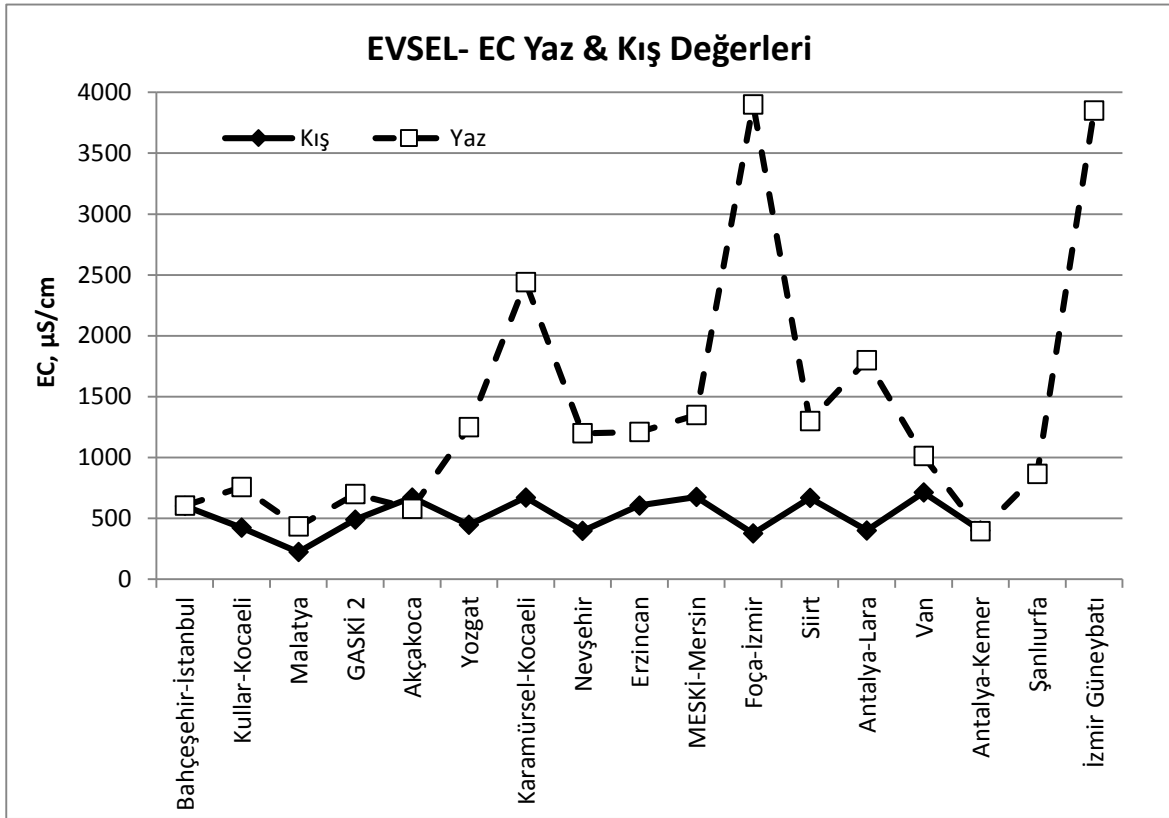
Şekil 7.2 : Çamur Keki pH ve EC Değerlerinin Mevsimsel Değişimi



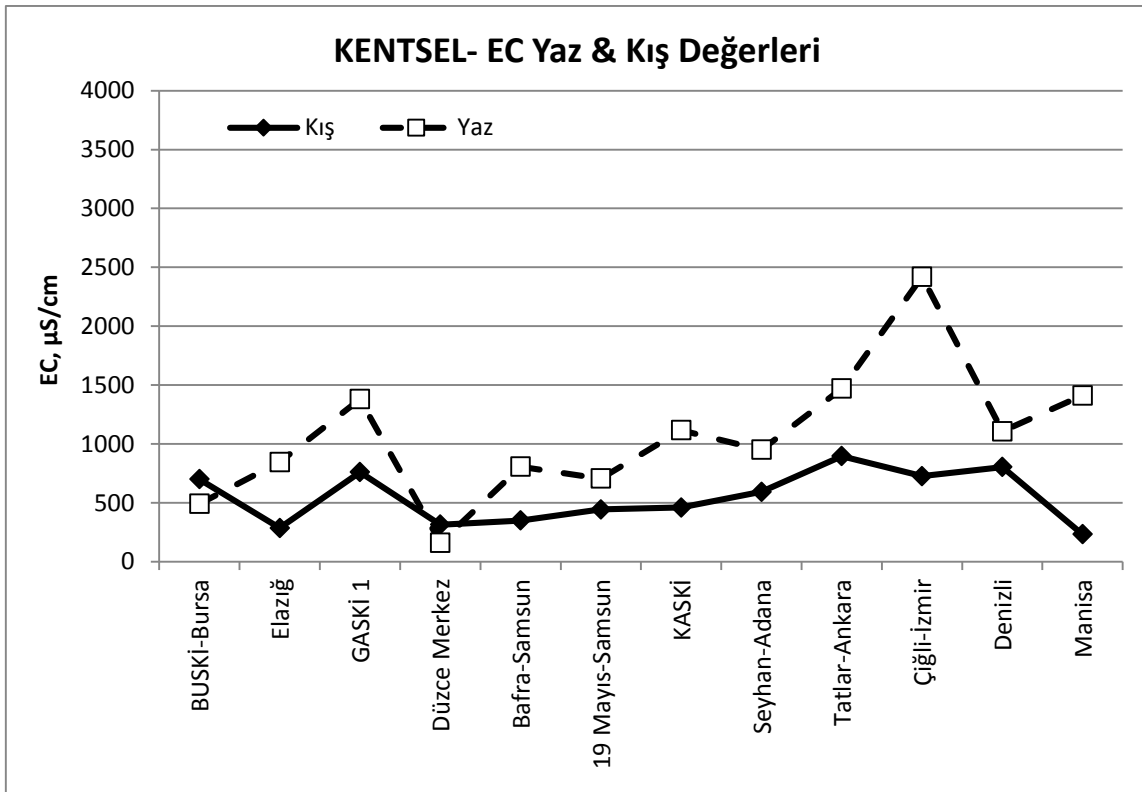
Şekil 7.3 : Bileşik Kanalizasyon Sistemine Sahip AAT'lerinde Çamur Kekiinde EC Değerlerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 7.4 : Ayrık Kanalizasyon Sistemine Sahip AAT'lerinde Çamur Kekiinde EC Değerlerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 7.5 : Evsel AAT' lerde Çamur Kekinde EC Değerlerinin Mevsimsel Değişimi

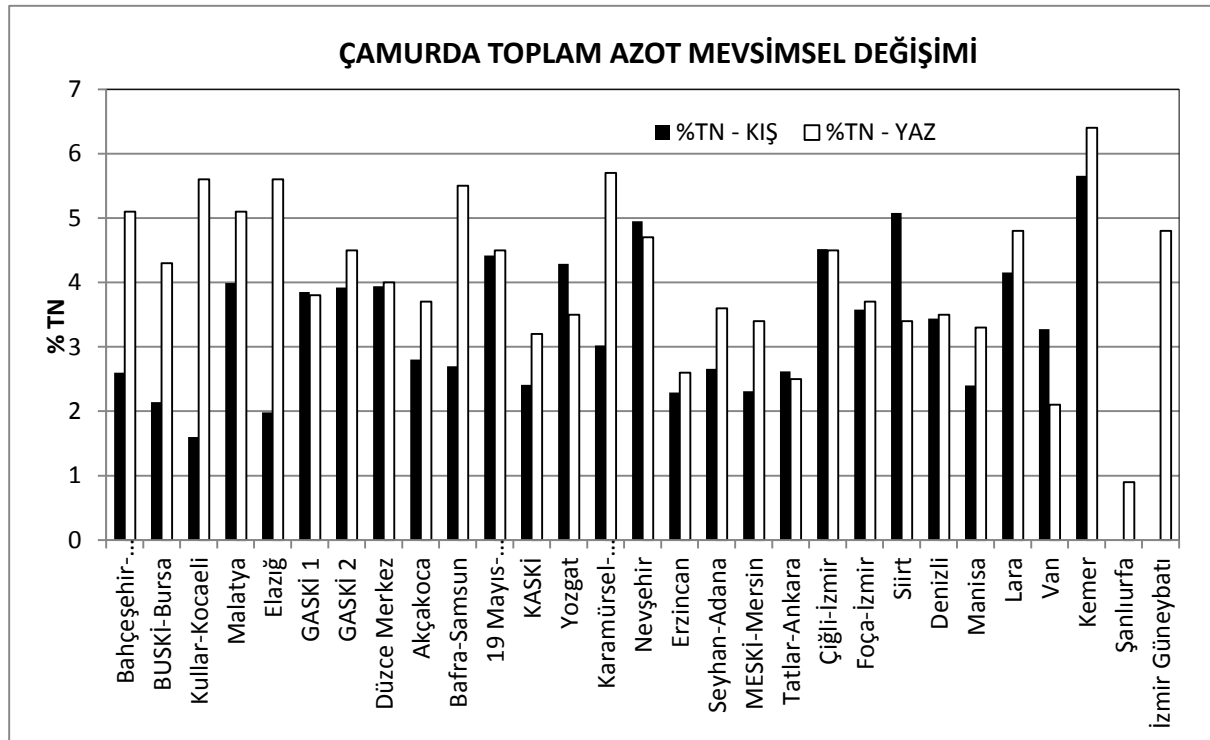


Şekil 7.6 : Kentsel AAT' lerinde Çamur Kekinde EC Değerlerinin Mevsimsel Değişim

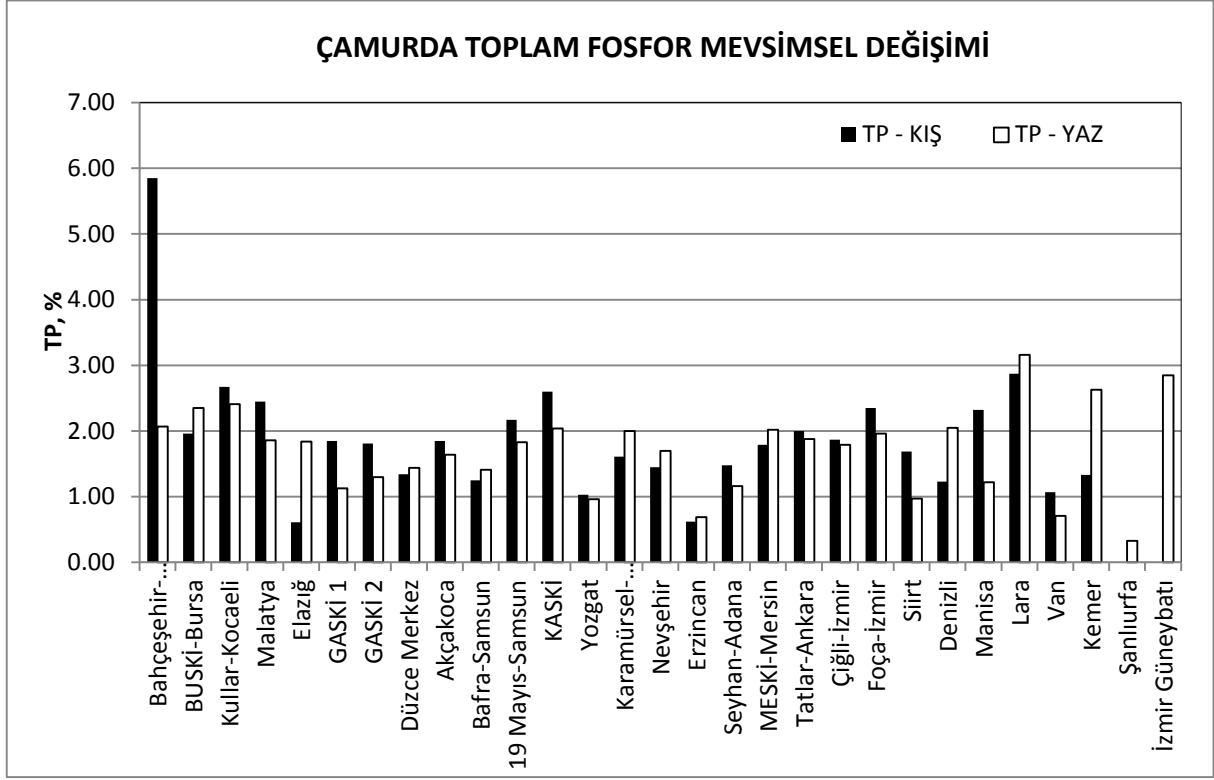
Çamur Keki Toplam Azot ve Toplam Fosfor

Kış ve Yaz mevsimlerini temsilen alınan çamur keki numunelerinin toplam azot içeriklerinin mevsimlik değişimi Şekil 7.7 'te verilmiştir. Kış döneminde örnekleme yapılan tesislerde toplam azot (TN) değerlerinin %1.6 ile % 5.6 arasında ortalama %3 civarında olduğu; Yaz örneklerinde ise %0.9 ile % 5.7 arasında ortalama %4.1 civarında olduğu belirlenmiştir. Çamur keki örneklerinde toplam azot içeriğinin bazı tesislerde Kış ve Yaz dönemi için önemli bir fark göstermediği (GASKİ-1, Düzce, 19 Mayıs-Samsun, Nevşehir, Çiğli gibi); bazı tesislerde ise iki veya üç katı kadar farklılıkların (Bahçeşehir, BUSKİ-Bursa, Kullar-Kocaeli, Elazığ, Bafra-Samsun, Karamürsel-Kocaeli gibi) olduğu belirlenmiştir. Bu farklılıkların AAT'lere gelen atıksu özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kış ve Yaz dönemlerini temsil eden çamur keki örneklerinin toplam fosfor (TP) içeriklerinin mevsimlik değişimi Şekil 7.8'te verilmiştir. Kış döneminde örnekleme yapılan tesislerde toplam fosfor değerlerinin %0.61(Elazığ ve Erzincan) ile %5.85 (Bahçeşehir) arasında olduğu; Yaz örneklerinde ise %0.33 (Şanlıurfa) ile %3.16(Antalya-Lara) arasında değiştiği belirlenmiştir. Çamur keki örneklerinde toplam fosfor içeriğinin tesislerin büyük çoğunluğunda Kış ve Yaz dönemi için önemli bir fark göstermediği, bazı tesislerde ise Kış değerlerinin Yaz değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir.



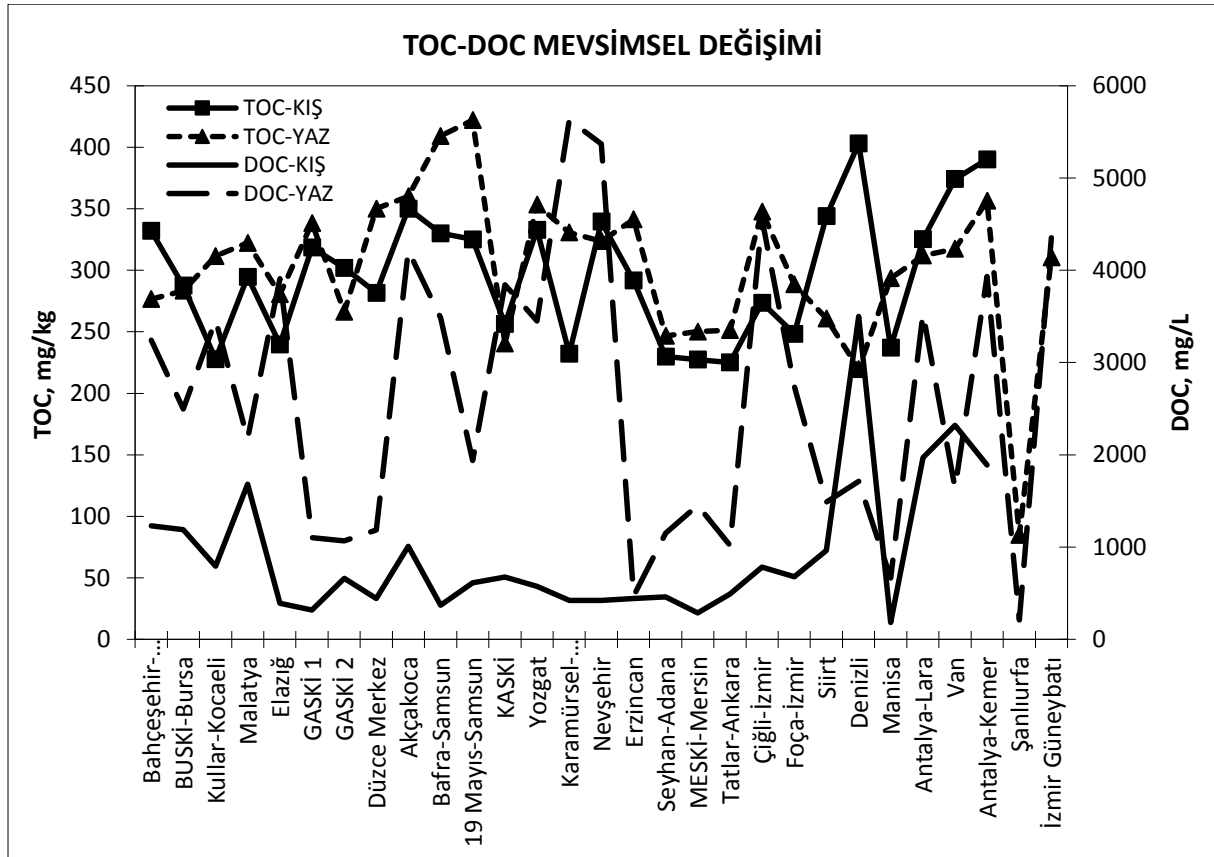
Şekil 7.7 : Çamur Keki Toplam N Değerlerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 7.8 : Çamur Kekiinde Toplam P Değerlerinin Mevsimsel Değişimi

Çamur Keki Toplam Organik Karbon

Kış ve Yaz mevsimlerini temsilen alınan çamur keki numunelerinin toplam organik karbon (TOC) içeriklerinin mevsimlik değişimi Şekil 7.9’te verilmiştir. Çamur keki örnekleri kullanılarak hazırlanan eluatta ölçülen çözülmüş organik karbon (DOC) değerleri de aynı grafikte karşılaştırma amaçlı gösterilmiştir. Kış döneminde örnekleme yapılan tesislerde toplam organik karbon değerlerinin 225 g/kg (Tatlar-Ankara) ile 403 g/kg (Denizli) arasında ortalama 300 g/kg civarında olduğu; Yaz örneklerinde ise 85 g/kg (Şanlı Urfa) ile 422 g/kg (19 Mayıs-Samsun) arasında ortalama 250 g/kg civarında olduğu belirlenmiştir. 26 Mart 2010 tarih ve 27533 nolu Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiş olan “Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik” EK-2B’de verilen “Tehlikesiz Atıkların Düzenli Depolanabilme Kriterleri” uyarınca, II. sınıf düzenli depolama tesisi: Belediye atıkları ile tehlikesiz atıkların depolanması için gereken altyapıya sahip tesislerde depolanması hali için değerlendirildiğinde, çamur keki örnekleme yapılan tüm tesisler için toplam organik karbon içeriklerinin yönetmelikte bu sınıftaki atıklar için verilen 50 g/kg değerinin çok üzerinde olduğu görülmektedir.



Şekil 7.9 : Çamur Keki nde TOC ve Eluatta DOC Değerlerinin Mevsimsel Değişimi

Çamur keki örnekleme için seçilen AAT'lerinin kentsel veya evsel olmasına göre çamur kekinde TOC değerlerinin mevsimsel değişimine bakıldığında, kış döneminde kentsel AAT'lerden alınan numunelerde ortalama TOC 283.94 g/kg, evsel AAT'lerden alınan numunelerde ortalama TOC 307.46 g/kg değerlerindedir. Yaz döneminde kentsel AAT'lerde alınan numunelerde ortalama TOC 306.89 g/kg, evsel AAT'de alınan numunelerde ortalama TOC 298.02 g/kg değerlerindedir. Kış ve Yaz dönemlerinde alınan numunelerde ölçülen bu değerlerin birbirine yakın değerler olması; AAT'lere gelen atıksuyun kentsel veya evsel olmasının mevsimlik değişim dikkate alındığında TOC değerleri üzerinde etkisinin olmadığını göstermektedir.

Orijinal Çamur Keki Numunelerinde Ağır Metal Analizleri

3 Ağustos 2010 tarih ve 27661 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe girmiş olan "Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik" Ek I-B'de toprakta kullanılacak stabilize arıtma çamurunda müsaade edilecek maksimum ağır metal muhtevaları verilmektedir (Tablo 7.2).

Seçilen tesislerden alınan orijinal çamur keki örneklerinde yapılan ağır metal analizlerinin sonuçları, Kış Dönemi için Tablo 7.3’de, Yaz Dönemi için Tablo 7.4’de özetlenmektedir. Analiz sonuçları Yönetmelikte Ek I-B’de verilen sınır değerler dikkate alınarak değerlendirildiğinde, Kış Dönemi numunelerinde 5 tesis için (BUSKİ-Bursa, Kullar-Kocaeli, GASKİ-1, KASKİ, Erzincan, Foça) birer parametre; Manisa’da ise 3 parametrede sınır değerlerin aşıldığı görülmektedir. Bu tesislerden BUSKİ-Bursa, Kullar-Kocaeli, GASKİ-1, KASKİ ve Manisa AAT’nde kentsel nitelikli atıksular; Erzincan ve Foça AAT’lerinde arıtılan atıksular ise evsel niteliklidir. Endüstriyel atıksuların miktar ve özelliklerine bağlı olarak çamur keki örneklerinde belli ağır metaller için sınır değerlerin aşılması anlık ve/veya sürekli endüstriyel deşarjların etkisini göstermektedir. Ancak tamamen evsel nitelikli atıksuların arıtıldığı Foça ve Erzincan AAT’den oluşan çamurlarda Cu ve Ni parametrelerindeki sınır değerlerin aşılması, bu tesislere muhtemel anlık endüstriyel deşarjların olabileceğini düşündürmektedir.

“Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik” Ek I-B’ de verilen sınır değerler dikkate alındığında; Cd parametresi için 10 mg/kg olan sınır değer, KASKİ orijinal çamur kekinde 318,1 mg/kg; Cr için 1000 mg/kg olan sınır değer GASKİ-1 orijinal çamur kekinde 1217 mg/kg; Cu için 1000 mg/kg olan sınır değer, sadece iki tesis için, Foça ve Manisa orijinal çamur kekinde 2140 mg/kg ve 1583 mg/kg; Ni için 300 mg/kg olan sınır değer, sadece iki tesis için, Erzincan ve Manisa orijinal çamur kekinde 304.8 mg/kg ve 504.2 mg/kg; Zn için 2500 mg/kg olan sınır değer, sadece üç tesis için, BUSKİ-Bursa, Kullar-Kocaeli ve Manisa orijinal çamur kekinde 2875 mg/kg, 11240 mg/kg ve 3296 mg/kg olarak belirlenmiştir.

“Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair” Yönetmeliğin Madde 6’da belirtilen “Stabilize arıtma çamurunun toprakta kullanılabilmesi için EK I-B, EK I-C ve EK I-D de verilen değerlerin hiçbirinin aşılmaması şarttır.” ifadesi, bu tesislerden gelen çamur kekinin toprakta kullanılmasının uygun olmadığını göstermektedir.

Yaz Dönemi analiz sonuçları dikkate alındığında ise, seçilen tesislerin tamamında Ba, Cd, Mo ve Pb parametrelerinin yönetmelikte verilen sınır değerleri aşmadığı; sadece 10 ölçümde sınır değerlerin aşıldığı görülmektedir. Yaz Dönemi numunelerinde 5 tesis için (BUSKİ-Bursa, Kullar-Kocaeli, Erzincan, Foça, Antalya-Lara ve İzmir Güneybatı) birer parametre; Manisa’da ise 4 parametrede sınır değerlerin aşıldığı görülmektedir. Bu tesislerden BUSKİ-Bursa, Kullar-Kocaeli, ve Manisa AAT’nde kentsel nitelikli atıksular arıtılmaktadır; Erzincan, Foça, Antalya-Lara ve İzmir Güneybatı AAT’lerde arıtılan atıksular ise evsel niteliklidir. Endüstriyel

atıksuların miktar ve özelliklerine bağlı olarak çamur keki örneklerinde belli ağır metaller için sınır değerlerin aşılması anlık ve/veya sürekli endüstriyel deşarjların etkisini göstermektedir. Ancak tamamen evsel nitelikli atıksuların artıldığı Erzincan, Foça, Antalya-Lara ve İzmir Güneybatı AAT'lerinde oluşan çamurlarda Ni, Cu ve Zn parametrelerindeki sınır değerlerin aşılması, bu tesislere muhtemel anlık endüstriyel deşarjların veya sızıntı suyu girişinin olabileceğini düşündürmektedir.

Cr için 1000 mg/kg olan sınır değer, Manisa orijinal çamur kekinde 2722 mg/kg; Cu için 1000 mg/kg olan sınır değer, sadece iki tesis için, Foça ve Manisa orijinal çamur kekinde 2321 mg/kg ve 1614 mg/kg; Ni için 300 mg/kg olan sınır değer, sadece iki tesis için, Erzincan ve Manisa orijinal çamur kekinde 332 mg/kg ve 674 mg/kg; Zn için 2500 mg/kg olan sınır değer, sadece beş tesis için, BUSKİ-Bursa, Kullar-Kocaeli, Manisa, Antalya-Lara ve İzmir Güneybatı orijinal çamur kekinde 4783 mg/kg, 8030 mg/kg, 4092 mg/kg, 3889 ve 3619 mg/kg olarak belirlenmiştir.

BUSKİ-Bursa, Kullar-Kocaeli ve Manisa AAT'den Kış ve Yaz döneminde alınan orijinal çamur keki örneklerinde sınır değerlerin aşıldığı, dolayısıyla bu tesisler için atıksu özelliğinde mevsimlik bir farklılığın bulunmaması nedeniyle ağır metallerin çamur bünyesinde tutulduğu görülmektedir.

Manisa AAT'de Kış döneminde Cu, Ni ve Zn olmak üzere üç parametrenin; Yaz döneminde ise Cu, Cr, Ni ve Zn olmak üzere dört parametrenin sınır değerlerin üzerinde olması, tesise gelen endüstriyel deşarjların fazla olmasının yanı sıra tesis kapasitesinin üzerinde bir yükleme olduğunu göstermektedir. Bu tesis kapasite yetersizliği nedeniyle yakın zamanda kapatılacak olup; yeni arıtma tesisinin ihalesi tamamlanmış ve inşaatına başlanmıştır.

Tablo 7.2 : Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik-EK I-B: Toprakta Kullanılabilecek Stabilize Arıtma Çamurunda Müsaade Edilecek Maksimum Ağır Metal Muhtevaları

Ağır Metal (Toplam)	Sınır Değerler (mg kg ⁻¹ kuru madde)
Kurşun (Pb)	750
Kadmiyum (Cd)	10
Krom (Cr)	1000
Bakır (Cu)	1000
Nikel (Ni)	300
Çinko (Zn)	2500
Civa (Hg)	10

Tablo 7.3 : Kış Dönemi-Orijinal Çamur Numunelerinde Yapılan Analiz Sonuçları

Numunenin Alındığı Tesis	Kış Dönemi-Orijinal Numunede Ağır Metal Değerleri, mg/kg											
	Ba	Cd	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	Zn	As	Hg	Se	Sb
Bahçeşehir	1280.84±17.7	2.64±0.19	33.08±0.1	90.86±0.47	<10	31.86±0.28	65.11±0.22	634.7±8.93	9.165±1.35	<1	9.163±0.65	<2
BUSKİ-Bursa	253.14±2.1	1.4±0.14	504.16±3.07	208.5±1.61	<10	84.7±0.2	71.12±0.13	2875±0.8	10.127±0.99	<1	11.716±0.91	<2
Kullar- Kocaeli	296.2±1.87	1.11±0.03	137.16±0.16	212.3±4.09	<10	42.33±0.08	80.97±0.49	11240±29.4	10.007±0.93	<1	4.07±3.54	<2
Malatya	148.24±0.31	2.08±0.22	39.85±0.27	119.5±0.52	<10	35.87±0.28	93.24±0.41	401.7±2.04	9.246±1.33	<1	13.576±1.67	<2
Elazığ	86.08±0.55	1.33±0.02	34.86±0.12	61.14±1.1	<10	26.6±0.03	52.18±0.13	328.3±3.51	7.91±0.6	<1	10.156±2.21	<2
GASKİ 1	275.24±1.33	1.19±0.04	1216.96±3.5	191.9±4.17	<10	101.9±0.6	194.06±0.42	1628±6.1	8.302±1.35	<1	2.746±3.27	<2
GASKİ 2	1949.84±8.7	2.87±0.22	51.29±0.28	88.86±0.17	<10	48.16±0.27	39.63±0.21	795.2±2.96	21.797±1.8	<1	4.439±0.77	<2
Düzce Merkez	2744.84±27.2	4.77±0.31	180.86±0.76	156.2±1.34	<10	45±0.33	97±0.33	926.5±14.65	30.227±0.99	<1	6.571±1.8	<2
Akçakoca	157.94±1.73	0.68±0.16	35.85±0.26	108.3±0.98	<10	35.62±0.11	40.71±0.24	625.8±5.53	22.447±0.61	<1	5.94±1.2	6.67±2.85
Bafra-Samsun	1310.84±21.3	4.4±0.03	51.25±0.42	112.7±0.71	<10	45.47±0.29	118.16±0.29	890.2±7.91	18.39±0.33	<1	5.439±0.96	<2
19 Mayıs- Samsun	1218.84±7.1	2.55±0.15	42.11±0.31	252.8±2.77	<10	51.09±0.32	47.08±0.18	797.5±10.43	22.447±0.92	<1	10.846±1.5	<2
KASKİ	789.64±10.45	318.1±0.9	254.46±1.64	392.6±6.92	<10	259.2±3.55	335.36±2.70	2294±17.6	14.527±1.16	<1	7.209±0.6	<2
Yozgat	224.94±0.62	0.51±0.01	48.56±0.55	121.7±1.02	<10	31.57	29.8±0.42	559.5±2.19	8.516±0.86	<1	8.326±1.8	<2
Karamürsel- Kocaeli	245.04±2.4	1.6±0.02	49.65±0.3	122.9±2.07	<10	43.02±0.18	57.64±0.71	644.3±10.88	10.827±1.97	<1	8.319±1.66	<2

Tablo 7.3 (devam): Kış Dönemi-Orijinal Çamur Numunelerinde Yapılan Analiz Sonuçları

Numunenin Alındığı Tesis	Kış Dönemi-Orijinal Numunede Ağır Metal Değerleri, mg/kg											
	Ba	Cd	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	Zn	As	Hg	Se	Sb
Nevşehir	1306.84±5.1	3.28±0.18	27.4±0.1	108±1.1	<10	26.88±0.02	69.23±0.26	818±11.6	16.937±0.8	<1	7.903±2.92	<2
Erzincan	272.14±1.6	1.45±0.09	206.36±2.68	189.5±2.4	<10	304.8±1.3	43.66±0.14	708±4.2	11.237±1.14	<1	5.683±2.34	<2
Seyhan- Adana	391.84±5.01	2.56±0.16	82.63±0.34	236.6±1.78	<10	137.8±1.1	343.36±2.23	909.1±5.33	16.867±0.6	<1	7.114±2.1	<2
MESKİ- Mersin	334.94±0.78	3.03±0.14	115.66±0.72	301.2±1.5	<10	233.3±1.9	107.06±0.3	1084±0.1	12.457±1.4	<1	5.576±0.89	<2
Tatlar-Ankara	319.64±1.48	5.7±0.07	222.56±0.53	219.4±1.75	<10	73.62±0.08	72.76±0.04	1932±3.3	10.267±1.2	<1	6.004±2.8	<2
Çiğli-İzmir	510.04±0.63	3.17±0.14	188.96±2	205.1±0.55	<10	65.49±0.46	124.96±0.76	863.4±4.93	27.307±1.2	<1	7.265±0.83	6.1±5.97
Foça-İzmir	426.54±3.41	2.03±0.05	41.26±0.023	2140±18.5	<10	20.35±0.13	93.12±0.27	901±0.98	9.467±1.2	<1	6.816±1.02	<2
Siirt	216.64±1.17	1.79±0.11	44.04±0.18	100.9±0.03	<10	170.9±0.50	31.96±0.12	642±7.6	10.027±0.37	<1	6.787±1.67	<2
Denizli	63.61±0.13	1.86±0.01	65.83±0.72	70.26±0.85	<10	52.2±0.05	37.15±0.12	425.2±4.2	9.909±2.38	<1	7.005±0.57	<2
Manisa	548.34±2.14	2.18±0.12	991.86±6.77	1583±12.6	<10	504.2±4.03	113.46±0.024	3296±32.1	8.297±0.18	<1	2.123±1.56	<2
Antalya-Lara	234.74±1.74	2.39±0.16	145.76±1.36	161.6±3.08	<10	46.56±0.22	77.02±0.5	1382±2.9	8.319±0.62	<1	0.574±0.045	<2
Van	717.74±1.26	7.08±0.25	103.36±0.37	123.7±1.51	<10	102.3±0.92	67.16±0.21	866±6.48	8.038±0.45	<1	1.221±0.64	<2
Antalya- Kemer	89.71±0.6	0.28±0.03	42.35±0.2	119.8±3.71	<10	41.28±0.37	24.82±0.33	485.7±4.85	8.084±0.19	<1	0.657±2.74	<2

Tablo 7.4 : Yaz Dönemi Orijinal Numunede Ağır Metal Değerleri (mg/kg)

Numunenin Alındığı Tesis	Yaz Dönemi-Orijinal Numunede Ağır Metal Değerleri, mg/kg											
	Ba	Cd	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	Zn	As	Hg	Se	Sb
Bahçeşehir-İstanbul	151.4±1.1	2.5±0.05	123.1±0.65	115.0±0.22	4.1±0.05	91.2±0.74	30.3±0.34	673.9±17.8	2.179±0.03	<1	2.589±0.07	<1
BUSKİ-Bursa	236.2±3.3	2.9±0.03	767.2±2.6	264.5±5.8	4.2±0.002	143.7±1.2	68.6±0.6	4783.0±49.2	5.915±0.15	<1	3.104±0.05	2.267±0.04
Kullar-Kocaeli	275.3±2.7	2.8±0.04	159.2±0.7	254.5±1.7	9.1±0.05	56.5±0.8	94.6±0.8	8030.0±17.9	2.253±0.08	Saptanamadı	1.045±0.08	<1
Malatya	206.4±2.6	2.9±0.02	55.0±0.1	177.6±3.3	5.8±0.03	50.2±0.7	51.6±0.3	414.6±17.3	2.570±0.08	<1	2.683±0.06	<1
Elazığ	182.8±2.7	2.3±0.02	31.2±0.2	111.8±0.6	4.4±0.04	22.6±0.3	28.2±0.8	113.9±8.4	3.199±0.06	<1	3.120±0.08	<1
GASKİ 1	157.1±0.8	2.3±0.01	780.2±10.2	144.6±0.5	5.7±0.01	65.9±1.2	131.1±0.4	653.9±24.4	4.873±0.15	Saptanamadı	0.623±0.07	<1
GASKİ 2	180.2±0.6	3.3±0.02	123.5±0.5	256.5±1.3	3.4±0.2	111.9±0.9	224.4±1.0	1912.0±12.2	1.889±0.06	<1	2.281±0.235	<1
Düzce Merkez	542.3±4.5	3.6±0.05	331.9±1.5	187.5±4.8	5.0±0.06	62.4±0.4	77.0±0.7	1127.0±4.6	0.8788±0.03	<1	2.978±0.105	<1
Akçakoca	146.0±1.6	2.7±0.01	39.4±0.2	122.6±1.8	4.4±0.1	29.2±0.3	36.7±0.4	509.9±4.5	1.314±0.11	Saptanamadı	1.088±0.043	<1
Bafra-Samsun	194.1±1.4	2.6±0.02	32.3±0.3	113.2±1.3	4.3±0.09	28.6±0.3	78.9±1.0	650.6±6.3	5.184±0.03	<1	0.951±0.196	<1
19 Mayıs-Samsun	509.6±9.0	3.0±0.05	44.3±0.6	237.4±3.0	4.3±0.07	32.4±0.2	44.4±0.6	1279.0±17.7	19.360±0.59	<1	4.925±0.717	<1
KASKİ	126.6±0.3	7.3±0.03	199.0±1.3	177.7±2.0	4.7±0.2	89.9±0.1	129.0±0.5	578.8±11.7	18.570±0.44	Saptanamadı	2.027±0.038	1.960±0.089
Yozgat	66.7±0.3	1.6±0.04	20.7±0.07	53.2±0.7	2.2±0.02	10.8±0.6	17.7±0.5	338.5±6.4	3.065±0.17	<1	0.473±0.080	<1
Karamürsel-Kocaeli	145.5±2.2	2.3±0.04	23.2±0.2	100.5±0.9	4.4±0.05	19.9±0.8	36.2±0.2	212.7±2.4	2.804±0.09	Saptanamadı	0.941±0.049	<1
Nevşehir	196.7±1.1	3.9±0.04	85.6±0.8	178.8±1.6	9.5±0.05	53.6±0.2	61.2±0.3	1034.0±21.1	3.431±0.08	<1	4.489±0.162	<1
Erzincan	336.0±3.7	3.0±0.1	273.6±0.7	188.1±1.7	7.3±0.05	332.7±2.9	581.7±0.7	700.1±5.7	7.186±0.07	1.302±0.06	1.891±0.07	<1
Seyhan-Adana	402.3±4.0	3.9±0.04	108.7±1.2	251.0±2.5	5.6±0.1	104.5±0.7	278.5±2.4	1144.0±23.1	13.870±0.11	<1	2.060±0.05	<1
MESKİ-Mersin	132.9±0.4	3.2±0.02	57.2±0.9	154.2±0.8	3.8±0.1	67.2±0.6	83.4±0.5	384.4±9.5	5.731±0.10	1.154±0.01	1.228±0.166	<1
Tatlar-Ankara	388.9±2.4	9.5±0.04	372.1±2.4	311.6±5.8	6.2±0.1	141.5±1.2	92.6±0.4	2418.0±23.7	8.727±0.12	<1	1.359±0.09	<1

Tablo 7.4 (devam): Yaz Dönemi Orijinal Numunede Ağır Metal Değerleri (mg/kg)

Numunenin Alındığı Tesis	Yaz Dönemi-Orijinal Numunede Ağır Metal Değerleri, mg/kg											
	Ba	Cd	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	Zn	As	Hg	Se	Sb
Çiğli-İzmir	267.5±4.3	4.1±0.04	250.6±2.3	268.8±1.9	8.2±0.04	115.4±0.5	199.4±1.0	1335.0±40.4	7.970±0.161	<1	2.789±0.169	<1
Foça-İzmir	210.8±3.8	2.7±0.01	24.0±0.1	2321.0±16.4	4.6±0.07	12.2±0.6	70.2±0.7	380.0±8.4	24.00±0.872	Saptanamadı	0.682±0.05	<1
Siirt	227.5±5.1	4.1±0.03	99.0±1.9	156.0±0.6	12.0±0.06	99.1±0.5	570.0±0.2	1012.0±5.3	5.417±0.047	<1	4.604±0.07	<1
Denizli	193.1±1.8	3.6±0.03	162.2±1.1	134.4±1.4	7.8±0.07	83.1±0.7	51.2±0.5	698.7±20.7	25.550±0.555	<1	2.199±0.03	<1
Manisa	367.9±1.9	3.4±0.02	2722.0±24.3	1614.0±8.7	5.0±0.1	674.9±5.7	115.2±0.9	4092.0±54.3	12.060±0.293	<1	0.390±0.146	<1
Lara	236.6±1.9	3.0±0.04	159.6±0.9	188.6±0.8	7.8±0.03	53.6±0.3	42.1±0.4	3889.0±40.8	9.202±0.141	<1	2.597±0.164	1.053±0.086
Van	329.6±3.7	3.5±0.02	103.0±0.3	124.8±0.4	9.5±0.2	105.6±0.8	42.6±0.4	434.7±9.4	20.850±0.359	<1	2.482±0.058	<1
Kemer	56.4±0.2	1.6±0.01	14.9±0.06	79.4±0.3	3.0±0.1	21.7±0.3	13.5±0.4	547.6±12.7	2.733±0.105	<1	6.796±0.235	<1
Şanlıurfa	184.6±2.4	3.7±0.01	111.5±0.8	71.3±0.4	15.2±0.08	128.3±1.1	57.3±0.3	113.0±3.0	3.835±0.108	Saptanamadı	3.463±0.136	<1
İzmir Güneybatı	131.7±1.5	2.4±0.07	33.3±0.2	89.6±0.7	3.8±0.1	34.2±0.1	30.7±0.5	3619.0±38.7	6.574±0.037	<1	2.836±0.031	<1

Orijinal Çamur Keki Numunelerinin BTEX Analizleri

Yaz dönemi orijinal çamur keki örneklerinde yapılan BTEX analizlerinin sonuçları Tablo 7.5’te verilmiştir. BTEX değerleri benzene, toluene, ethylbenzene, m+p-xylene, o-xylene ve toplam değer olarak verilmektedir. Toplam BTEX değerlerine göre bir değerlendirme yapıldığında, en düşük 0.25 ng/g (Antalya-Kemer) ve en yüksek 16608.63 ng/g (Malatya) değerleri arasında değiştiği görülmektedir. Tablo 7.5’te verilen sonuçlar incelendiğinde, toplam BTEX’i oluşturan ana bileşenin toluene olduğu görülmektedir.

Tablo 7.5 :Yaz Dönemi -Orijinal Numunede BTEX Değerleri

Numunenin Alındığı Bölge	Numunenin Alındığı Tesis	Yaz Dönemi -Orijinal Numunede BTEX DEĞERLERİ, ng/g					Toplam BTEX
		Benzene	toluene	ethylbenzene	m+p- xylene	o- xylene	
Marmara	Bahçeşehir- İstanbul	3.52	N.D	0.32	0.30	1.13	5.28
Marmara	BUSKİ-Bursa	N.D	N.D	N.D	4.54	0.46	5.01
Marmara	Kullar-Kocaeli	2.11	7826.88	0.36	N.D.	1.04	7830.39
Doğu Anadolu	Malatya	2.46	16602.00	0.75	2.31	1.13	16608.63
Doğu Anadolu	Elazığ	N.D	1.05	0.45	0.07	0.89	2.46
Güneydoğu A.	GASKİ 1	4.73	0.08	0.11	0.16	0.23	5.31
Güneydoğu A	GASKİ 2	2.73	2099.25	1.66	7.83	5.04	2116.50
Karadeniz	Düzce Merkez	2.97	1.05	0.15	0.21	0.08	4.47
Karadeniz	Akçakoca	5.58	1.17	0.08	0.27	0.15	7.25
Karadeniz	Bafra-Samsun	3.07	9117.23	0.57	0.59	0.57	9122.04
Karadeniz	19 Mayıs-Samsun	3.44	0.26	0.14	0.59	0.13	4.56
İç Anadolu	KASKİ	2.59	8813.81	0.33	1.62	1.01	8819.36
İç Anadolu	Yozgat	2.12	10459.28	0.21	0.20	0.14	10461.96
Marmara	Karamürsel- Kocaeli	2.11	1055.70	3.90	5.92	4.72	1072.36
İç Anadolu	Nevşehir	4.10	8333.50	0.30	1.24	N.D	8339.13
Doğu Anadolu	Erzincan	3.12	980.38	0.25	1.32	0.41	985.48
Akdeniz	Seyhan-Adana	1.38	63.64	0.21	2.08	0.33	67.64
Akdeniz	MESKİ-Mersin	12.56	24.30	0.86	4.15	0.81	42.68
İç Anadolu	Tatlar-Ankara	2.00	38.76	1.49	4.33	1.69	48.28

Tablo 7.5 (devam) : Yaz Dönemi -Orijinal Numunede BTEX Değerleri

Numunenin Alındığı Bölge	Numunenin Alındığı Tesis	Yaz Dönemi -Orijinal Numunede BTEX DEĞERLERİ, ng/g					Toplam BTEX
		Benzene	toluene	ethylbenzene	m+p- xylene	o- xylene	
Ege	Çiğli-İzmir	12.26	21.93	0.48	5.53	3.71	43.91
Ege	Foça-İzmir	4.69	53.00	2.65	5.68	0.73	66.75
Güneydoğu A.	Siirt	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.00
Ege	Denizli	N.D	0.01	0.18	N.D	2.23	2.42
Ege	Manisa	2.03	542.64	0.37	1.15	0.50	546.70
Akdeniz	Antalya-Lara	14.85	1853.05	N.D	0.97	0.70	1869.58
Doğu Anadolu	Van	5.39	1685.50	0.14	0.41	N.D.	1691.44
Akdeniz	Antalya-Kemer	N.D	N.D	N.D	0.25	N.D	0.25
Güneydoğu A.	Şanlıurfa	3.15	8.78	1.01	2.02	0.86	15.80
Ege	Güneybatı	3.15	8.31	1.33	2.21	0.35	15.37

26 Mart 2010 tarih ve 27533 nolu Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiş olan “Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik”te EK-2B’de verilen “Tehlikesiz Atıkların Düzenli Depolanabilme Kriterleri” uyarınca, II. sınıf düzenli depolama tesisi: Belediye atıkları ile tehlikesiz atıkların depolanması için gereken altyapıya sahip tesislerde depolanması durumunda BTEX parametresi için verilmiş sınır değer yoktur. EK-2A’da verilen “İnert Atıkların Düzenli Depolanabilme Kriterleri” çerçevesinde III. Sınıf düzenli depolama tesisi için değerlendirildiğinde, çamur keki örnekleme yapılan 6 tesis için (Kullar-Kocaeli, Malatya, Bafra-Samsun, KASKİ, Yozgat ve Nevşehir) yönetmelikte inert atıklar için verilen 6 mg/kg (6000 ng/g) değerlerinin aşıldığı; diğer 22 tesis için sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir. BTEX değerleri sınır değeri aşan tesislerden KASKİ ve Bafra-Samsun dışındaki tesisler evsel AAT’lerdir.

Orijinal Çamur Keki Numunelerinin LAS (Linear Alkyl BenzenSulfonate) Analizleri

LAS (Linear Alkyl Benzen Sulfonate) Analizleri, Yaz Dönemi numunelerinden 10 tanesinde ölçülmüştür. Çek Cumhuriyeti’nde ALS Laboratory Group’a yaptırılan orijinal çamur keki örneklerine ait LAS analizi sonuçları Tablo 7.6’da verilmektedir. Örnekleme yapılan 10 tesise ait LAS değerlerinin 120 mg/kg ve 3900 mg/kg arasında değiştiği görülmektedir.

3 Ağustos 2010 tarih ve 27661 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe girmiş olan “Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik” Ek I-C’ de

toprakta kullanılacak stabilize arıtma çamurundaki organik bileşiklerin konsantrasyonlarının ve dioksinlerin sınır değerleri verilmektedir (Tablo 7.7). 10 tesise ait analiz sonuçları, yönetmelik sınır değeri olan 2600 mg/kg değeri ile karşılaştırıldığında, örnekleme yapılan tesislerden sadece Seyhan-Adana AAT'den alınan çamur kekinde 3900 mg/kg değeri ile sınır değerini aştığı, diğer 9 tesiste sınır değerini oldukça altında değerler elde edildiği görülmektedir. Seyhan-Adana, kentsel AAT'dir.

Tablo 7.6 : Yaz Dönemi Orijinal Numunede LAS Sonuçları

Num. No	Numunenin Alındığı Bölge	Numunenin Alındığı Tesis	LAS (Linear Alkyl Benzen Sulfonate), mg/kg	Evsel/Kentsel Arıtma Türü
1	Marmara	Bahçeşehir-İstanbul	<130	Evsel
5	Doğu Anadolu	Elazığ	130	Kentsel
15	İç Anadolu	Nevşehir	<120	Evsel
17	Akdeniz	Seyhan-Adana	3900	Kentsel
18	Akdeniz	MESKİ-Mersin	1800	Evsel
20	Ege	Çiğli-İzmir	1500	Kentsel
22	Güneydoğu A.	Siirt	1400	Evsel
23	Ege	Denizli	150	Kentsel
25	Akdeniz	Antalya-Lara	<120	Evsel
28	Güneydoğu Anadolu	Şanlıurfa	1100	Evsel

Tablo 7.7 : Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik-EK I-C: Toprakta Kullanılabilecek Stabilize Arıtma Çamurundaki Organik Bileşiklerin Konsantrasyonlarının ve Dioksinlerin Sınır Değerleri

Organik Bileşikler	Sınır değerler(mg kg ⁻¹ kuru madde)
AOX (Adsorblanabilen organik halojenler)	500
LAS (Lineer alkilbenzen sülfonat)	2 600
DEHP (Diftalat(2-ethylhexyl))	100
NPE (Nonil fenol ile 1 ve 2 etoksi grubu olan nonil fenol etoksilatların toplamını içerir)	50
PAH (Polisiklik aromatik hidrokarbon veya poliaromatik hidrokarbonların toplamı)	6
PCB (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 sayılı poliklorlu bifenil bileşiklerinin toplamı)	0.8

Mikrobiyolojik Analizler

Seçilmiş tesislerden alınan orijinal çamur keki numunelerinde Kış Dönemi için yapılan mikrobiyolojik analiz ve yumurta tanısı testleri sonuçları, yine aynı şekilde Yaz Dönemi'nde alınan orijinal çamur keki numunelerinde yapılan mikrobiyolojik analiz ve yumurta tanısı testleri sonuçları aşağıda Tablolar (Tablo 8- Tablo 11) halinde verilmiş ve yorumlanmıştır.

Kış aylarında total koliform bakterilerin 1 gr arıtma çamurunda $10^7 - 10^8$ seviyelerinde olduğu gözlenmiştir (Tablo 8). Kış aylarında en yüksek total koliform konsantrasyonları Çiğli, Bahçeşehir, KASKİ, Mersin, Lara, Siirt ve Akçakoca Arıtma tesisleri arıtma çamurlarında rastlanmıştır. 1 gr arıtma çamurundaki toplam koliform konsantrasyonları, sırası ile 60×10^7 , 40×10^7 , 32×10^7 , 36×10^7 , 38.1×10^7 , 36×10^7 ve 30×10^7 koloni sayısı olarak saptanmıştır. Çiğli atıksu arıtma tesisinde dekantörde çamur su alma işlemi uygulandıktan sonra kireç ile stabilizasyon yapılmaktadır. Toplam bakteri sayısının yüksek olması kireç ile stabilizasyonunun total koliform giderimi için uygun olmadığı görülmüştür. Ayrıca kış aylarında sıcaklığın düşük olması, pH'ın alkali seviyelere çıkamaması (pH=10-12) ve yetersiz bekleme süresi total koliform sayısının yüksek olmasına neden olabilmektedir.

Yaz aylarında total koliform sayıları Çiğli, Bahçeşehir- İstanbul, KASKİ, Mersin, Antalya-Lara, Siirt ve Akçakoca arıtma tesislerinde 1 gr arıtma çamurunda sırası ile 2×10^6 , 60×10^6 , 11.5×10^7 , 10×10^7 , 80×10^7 , 20×10^6 ve 10.5×10^7 koloni sayısıdır (Tablo 9). Kış ve Yaz dönemi numunelerinde yapılan analiz sonuçları karşılaştırıldığında, Çiğli atıksu arıtma tesisinde yaz ayları için kış aylarına göre % 99.66 daha az total koliform belirlenmiştir. Diğer atıksu arıtma tesislerinde de yaz aylarında total koliform sayılarında azalma gözlenmiştir. Çiğli, Bahçeşehir, KASKİ, Mersin, Lara, Siirt ve Akçakoca Arıtma tesislerinde yaz aylarında total koliform giderme verimleri sırası ile %99.00, %93.33, %64.06, %72.22, %0 (artış var) , %44.44 ve %65 olarak saptanmıştır. Ortamda bulunan nütrientler, çevre koşulları, yaşayan total koliformların uygun sıcaklık koşullarında hızlı bölünmesi ve üremesi ile total koliformlar ile yarışan bazı türlerin yok olması onların sayılarının artışına neden olabilmektedir. Lara atıksu arıtma tesisinde da çamur stabilizasyonu ile ilgili herhangi bir proses olmaması bu olayı desteklemektedir. Ancak Antalya Kemer'de çamur stabilizasyonu yapılmamasına rağmen kış ayı numunesine göre %91 daha az toplam koliform bulunmuştur. Burada yaz aylarında sıcaklığın yüksek olması total koliform giderimini olumlu etkilemiştir.

Tablo 7.8 : Arıtma Çamuru Numunelerinde Yapılan Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları – KIŞ DÖNEMİ

Numune No	Numunenin Alındığı Bölge	Numunenin Alındığı Tesis	Toplam Koliform (adet koloni/g çamur)	E-Coli (adet koloni/g çamur)	Fekal Streptokok (adet koloni/g çamur)	Salmonella (adet koloni/g çamur)	Entero virüs (MPN/g)	Helmint yumurta sayısı (adet/g)
1	Marmara	Bahçeşehir-İstanbul	400 x10 ⁶	148 x10 ⁵	40x10 ⁵	400x10 ⁵	95,25x10 ⁶	755
2	Marmara	BUSKİ-Bursa	240 x10 ⁶	80x10 ⁵	4x10 ⁴	12x10 ⁵	87,00x10 ⁶	1017
3	Marmara	Kullar-Kocaeli	151 x10 ⁶	56x10 ⁵	10x10 ⁴	380 x10 ⁵	49,28x10 ⁶	365
4	Doğu Anadolu	Malatya	120 x10 ⁶	88x10 ⁵	4x10 ⁴	280 x10 ⁵	97,85x10 ⁶	1150
5	Doğu Anadolu	Elazığ	160 x10 ⁶	36x10 ⁵	36x10 ⁴	640 x10 ⁵	44,57x10 ⁶	684
6	Güneydoğu A.	GASKİ 1	264 x10 ⁶	48x10 ⁵	320x10 ⁴	620 x10 ⁵	49,08x10 ⁶	262
7	Güneydoğu A.	GASKİ 2	160 x10 ⁷	152x10 ⁵	480x10 ⁴	168 x10 ⁶	87,12x10 ⁶	560
8	Karadeniz	Düzce Merkez	55 x10 ⁷	4x10 ⁵	8x10 ⁴	760 x10 ⁵	51,52x10 ⁶	336
9	Karadeniz	Akçakoca	300 x10 ⁶	156x10 ⁵	300x10 ⁴	968 x10 ⁵	88,07x10 ⁶	296
10	Karadeniz	Bafra-Samsun	135 x10 ⁶	20x10 ⁵	100x10 ⁴	520 x10 ⁵	49,19x10 ⁶	455
11	Karadeniz	19 Mayıs-Samsun	21x10 ⁶	48x10 ⁴	20x10 ⁴	92x10 ⁵	42,37x10 ⁶	379
12	İç Anadolu	KASKİ	320 x10 ⁶	192x10 ⁵	960x10 ⁴	180 x10 ⁶	47,57x10 ⁶	473
13	İç Anadolu	Yozgat	200 x10 ⁶	212x10 ⁵	640x10 ⁴	808 x10 ⁵	91,76x10 ⁶	88
14	Marmara	Karamürsel-Kocaeli	145 x10 ⁶	24x10 ⁵	60x10 ⁴	320 x10 ⁵	45,86x10 ⁶	407
15	İç Anadolu	Nevşehir	240 x10 ⁶	84x10 ⁵	800x10 ⁴	840x10 ⁵	48,05x10 ⁶	331
16	Doğu Anadolu	Erzincan	280 x10 ⁶	192 x10 ⁶	30x10 ⁴	188 x10 ⁶	42,01x10 ⁶	313
17	Akdeniz	Seyhan-Adana	65 x10 ⁶	68x10 ⁵	24x10 ⁴	248 x10 ⁵	39,41x10 ⁶	376
18	Akdeniz	MESKİ-Mersin	360 x10 ⁶	240x10 ⁵	20x10 ⁴	172 x10 ⁶	63,60x10 ⁶	245
19	İç Anadolu	Tatlar-Ankara	180 x10 ⁶	68x10 ⁴	190x10 ⁴	104x10 ⁵	28,65x10 ⁶	138
20	Ege	Çiğli-İzmir	600 x10 ⁶	128x10 ⁶	112x10 ⁵	256 x10 ⁶	92,04x10 ⁶	551
21	Ege	Foça-İzmir	280 x10 ⁶	44x10 ⁵	96x10 ⁵	86 x10 ⁶	52,24x10 ⁶	508

Tablo 7.8 (Devam): Arıtma Çamuru Numunelerinde Yapılan Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları – KIŞ DÖNEMİ

Numune No	Numunenin Alındığı Bölge	Numunenin Alındığı Tesis	Toplam Kolliform (adet koloni/ g çamur)	E-Coli (adet koloni/ g çamur)	Fekal Streptokok (adet koloni/ g çamur)	Salmonella (adet koloni/ g çamur)	Entero virüs (MPN/g)	Helmint yumurta sayısı (adet/g)
22	Güneydoğu A.	Siirt	360 x10 ⁶	65 x10 ⁶	2x10 ⁴	180 x10 ⁶	30,95x10 ⁶	902
23	Ege	Denizli	296x10 ⁶	116 x 10 ⁶	20x10 ⁴	204 x10 ⁶	103,41x10 ⁶	891
24	Ege	Manisa	78 x10 ⁶	28 x10 ⁵	2x10 ⁴	160 x10 ⁵	52,20x10 ⁶	594
25	Akdeniz	Antalya-Lara	381 x10 ⁶	92 x10 ⁵	220x10 ⁴	860 x10 ⁵	91,40x10 ⁶	791
26	Doğu Anadolu	Van	675 x10 ⁵	168 x10 ⁵	1440x10 ⁴	152x10 ⁵	49,89x10 ⁶	198
27	Akdeniz	Antalya-Kemer	124 x 10 ⁶	44 x10 ⁵	110x10 ⁴	112x10 ⁵	54,37x10 ⁶	9881

Tablo 7.9 : Arıtma Çamuru Numunelerinde Yapılan Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları (YAZ DÖNEMİ)

Numune No	Numunenin Alındığı Bölge	Numunenin Alındığı Tesis	Toplam Koliform (adet koloni/g çamur)	E-Coli (adet koloni/ g çamur)	Fekal Streptokok (adet koloni/ g çamur)	Salmonella (adet koloni/g çamur)	Enterovirüs (MPN/g)	Helmint yumurta sayısı (adet/g)
1	Marmara	Bahçeşehir-İstanbul	60 x10 ⁶	22x10 ⁴	20x10 ⁴	12 x10 ⁴	11,99x10 ³	1338
2	Marmara	BUSKİ-Bursa	28 x10 ⁶	4x10 ⁴	2x10 ⁴	10 x10 ³	1x10 ³	2180
3	Marmara	Kullar-Kocaeli	35 x10 ⁶	50 x10 ⁴	2.89x10 ⁴	2 x10 ³	1.05x10 ³	1471
4	Doğu Anadolu	Malatya	30x10 ⁶	29 x10 ⁴	80x10 ³	70x10 ³	66,85x10 ³	871
5	Doğu Anadolu	Elazığ	90 x10 ⁶	10 x10 ⁵	30x10 ⁴	20x10 ⁴	14,55x10 ⁴	467
6	Güneydoğu A.	GASKİ 1	128 x10 ⁶	60x10 ⁴	2x10 ⁴	2 x10 ³	1.98x10 ³	334
7	Güneydoğu A.	GASKİ 2	55 x10 ⁶	28 x10 ⁴	6 x10 ³	5 x10 ³	4,50x10 ³	1667
8	Karadeniz	Düzce Merkez	90 x10 ⁶	12x10 ⁴	98x10 ³	42 x10 ³	31,98x10 ³	1330
9	Karadeniz	Akçakoca	105x10 ⁶	50 x 10 ⁴	80x10 ³	45x10 ³	40,76x10 ³	279
10	Karadeniz	Bafra-Samsun	98 x10 ⁶	27 x10 ⁴	4x10 ⁴	32 x10 ³	29x10 ³	1163
11	Karadeniz	19 Mayıs-Samsun	80 x10 ⁶	26 x10 ³	3 x10 ³	2.x10 ³	1.88x10 ³	379
12	İç Anadolu	KASKİ	115 x10 ⁶	42x10 ⁴	16x10 ⁴	90 x10 ³	62,49x10 ³	680
13	İç Anadolu	Yozgat	50 x10 ⁶	80x10 ⁴	20x10 ⁴	12 x10 ⁴	80,96x10 ³	521
14	Marmara	Karamürsel-Kocaeli	55 x10 ⁶	30x10 ⁴	3x10 ³	2 x10 ³	1.89x10 ³	469
15	İç Anadolu	Nevşehir	110x10 ⁶	40x10 ⁴	18x10 ⁴	96x10 ³	50,51x10 ³	796
16	Doğu Anadolu	Erzincan	90 x10 ⁶	19 x10 ⁴	3 x10 ³	2x10 ³	1.79x10 ³	546
17	Akdeniz	Seyhan-Adana	70 x10 ⁶	8x10 ⁴	15x10 ³	6 x10 ⁴	1,87x10 ³	412
18	Akdeniz	MESKİ-Mersin	100 x10 ⁶	80x10 ⁴	18x10 ⁴	10 x10 ⁴	83,52 x10 ³	668
19	İç Anadolu	Tatlar-Ankara	20 x10 ⁶	25x10 ⁴	4x10 ⁴	2x10 ³	1.65x10 ³	277
20	Ege	Çiğli-İzmir	52 x10 ⁶	85x10 ⁴	55x10 ⁴	18 x10 ⁴	8,76x10 ⁴	1997
21	Ege	Foça-İzmir	90 x10 ⁶	80x10 ³	60x10 ³	40x10 ³	34,12x10 ³	407
22	Güneydoğu A.	Siirt	20 x10 ⁶	1x10 ⁴	30x10 ³	20 x10 ³	1,00x10 ³	932
23	Ege	Denizli	16 x10 ⁶	8x10 ⁴	4x10 ⁴	6,5x10 ⁴	5,98x10 ⁴	843
24	Ege	Manisa	120 x10 ⁶	80x10 ⁴	2x10 ⁴	9 x10 ³	1,56x10 ³	1470

Tablo 7.9 (Devam) : Arıtma Çamuru Numunelerinde Yapılan Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları (YAZ DÖNEMİ)

Numune No	Numunenin Alındığı Bölge	Numunenin Alındığı Tesis	Toplam Koliform (adet koloni/g çamur)	E-Coli (adet koloni/ g çamur)	Fekal Streptokok (adet koloni/ g çamur)	Salmonella (adet koloni/g çamur)	Entero virüs (MPN/g)	Helmint yumurta sayısı (adet/g)
25	Akdeniz	Antalya-Lara	80 x10 ⁶	75x10 ⁴	15x10 ⁴	14 x10 ⁴	12,88x10 ⁴	751
26	Doğu Anadolu	Van	15x10 ⁶	22 x10 ⁴	6 x10 ³	5 x10 ³	3.23x10 ³	221
27	Akdeniz	Antalya-Kemer	100 x10 ⁵	35x10 ⁴	10x10 ⁴	17 x10 ⁴	9,61x10 ⁴	2402
28	Güneydoğu A.	Şanlıurfa	40 x10 ⁶	4x10 ⁴	3x10 ⁴	85 x10 ³	24,53x10 ³	529
29	Ege	İzmir Güneybatı	40 x10 ⁶	30x10 ⁴	20x10 ⁴	50x10 ³	20x10 ³	606

Kış aylarında en düşük total koliform konsantrasyonları ise 19 Mayıs-Samsun, Seyhan- Adana, Malatya, Antalya kemer, Bafra-Samsun arıtma çamurlarında sırası ile 1 gr arıtma çamurunda 21×10^6 , 65×10^6 , 20.00×10^6 , 12.7×10^7 , 13.5×10^6 adet koloni olarak saptanmıştır (Tablo 7.8). Yaz aylarında ise total koliform sayıları 19 Mayıs-Samsun, Seyhan- Adana, Malatya ve Bafra-Samsun çamurlarında 80×10^6 , 70×10^6 , 30×10^6 , 98×10^6 koloni sayısı/ gr'a yükselmiştir (Tablo 7.9). Yani yaz aylarında adı geçen arıtma çamurlarında toplam koliform bakteri sayısı artmıştır. 19 Mayıs- Samsun'da herhangi bir çamur stabilizasyon prosesi yoktur. Malatya ve Bafra – Samsun sırası ile kireç stabilizasyonu ve aerobik çürütücü olmasına rağmen, kireç ilavesi ile sağlanması beklenen pH 10-12 seviyelerine ulaşılamaması, çamurun bekletme sürelerinin yeterli olmaması ve yağmurlar ile kirecin seyrelmesi, bakterilerin yeniden üremesi (re-growth) olması, aerobik çürütücüde korunan mezofilik sıcaklıkların toplam bakterileri öldürmek yerine onların üremesini sağlamış olması gibi unsurlar, yaz aylarında toplam koliform sayılarının artışına neden olabilmektedir. Antalya -Kemerde ise toplam koliform sayılarında (yaz ayı sayısı: 10×10^5 adet koloni/ gr çamur) kış dönemine kıyasla % 92.87'lik bir azalma gözlenmiştir. Seyhan Adana'da çamur stabilizasyonu için anaerobik çamur stabilizasyon prosesi, Malatya'da kireç stabilizasyonu, Bafra- Samsun'da aerobik çürütücü olmasına rağmen; bu tesislerde koliform dezenfeksiyonu gerçekleşmemiş ve re growth olayı gözlenmiştir. Antalya Kemer'de çamurlar için bir stabilizasyon prosesi olmamasına rağmen total koliformda kış dönemine göre % 92 oranında azalma yaz aylarında yüksek sıcaklıklarda koliformların ölümüne bağlanabilir.

Kış aylarında *E. coli* bakterilerinin 1g arıtma çamurunda 10^5 ve 10^6 seviyelerinde olduğu gözlenmiştir (Tablo 7.8). Kış aylarında en yüksek *E. coli* konsantrasyonları Erzincan (19.2×10^7 koloni sayısı / gr, çamur stabilizasyon prosesi yok), Denizli (11.6×10^7 koloni sayısı / gr, anaerobik çürütücü), Çiğli- İzmir (12.8×10^7 , kireç stabilizasyonu arıtma çamurlarında rastlanmıştır. Yaz aylarında 1 gr arıtma çamurundaki *E. coli* konsantrasyonları, yukardaki arıtma tesislerinde sırası ile 19×10^4 , 8×10^4 , 85×10^4 adet koloni/gr çamura düşmüştür (Tablo 7.9). Dolayısı ile Yaz dönemi numuneleri için kış dönemine göre *E. coli* değerlerinde Erzincan, Denizli ve Çiğli arıtma çamurlarında sırası ile % 99.99, %99.96, ve %99.33 azalma olmuştur.

Kış aylarında en düşük *E.coli* konsantrasyonlarına ise Tatlar –Ankara (68×10^4 adet koloni/gr çamur, anaerobik çürütücü), Düzce-Merkez (4×10^5 adet koloni/gr çamur, aerobik çürütücü), Van (1.68×10^6 adet koloni/gr çamur, aerobik çürütücü), Bahçeşehir-İstanbul ($1,48 \times 10^6$ adet koloni/gr çamur, çamur stabilizasyon prosesi yok), GASKİ 2 (15.2×10^6 adet koloni/gr çamur, çamur stabilizasyon prosesi yok), Karamürsel-Kocaeli (24×10^5 adet koloni/gr çamur, çamur stabilizasyon prosesi yok) arıtma çamurlarında rastlanmıştır (Tablo 7.8).

Yaz döneminde en düşük *E.coli* konsantrasyonları 1 g arıtma çamurunda Tatlar –Ankara (25×10^4 adet koloni/gr çamur), Düzce-Merkez (12×10^4 adet koloni/gr çamur), Van (22×10^4 adet koloni/gr çamur), Bahçeşehir-İstanbul (22×10^4 adet koloni/gr çamur), GASKİ 2 (28×10^4 adet koloni/gr çamur), Karamürsel-Kocaeli (30×10^4 adet koloni/gr çamur) olarak belirlenmiştir (Tablo 7.9). Buna göre arıtma çamurlarında yaz aylarında kış dönemine göre sırası ile Tatlar – Ankara’da %63.34, Düzce-Merkez’de % 70.45, Van’da %86.67, Bahçeşehir-İstanbul’da %85.78 ve GASKİ 2’de %98.78 *E. coli* azalması belirlenmiştir.

Kış döneminde fekal streptokok seviyeleri 10^4 - 10^5 düzeylerindedir. Kış döneminde en yüksek fekal streptokok konsantrasyonları 80×10^5 adet koloni/gr çamur ile Nevşehir (çamur stabilizasyon prosesi yok), 96×10^5 adet koloni/gr çamur ile KASKİ (anaerobik çürütücü), 48×10^5 adet koloni/gr çamur ile GASKİ 2, 40×10^5 adet koloni/gr çamur ile (anaerobik çürütücü) ve Bahçeşehir- İstanbul (çamur stabilizasyon prosesi yok) arıtma çamurlarında rastlanmıştır (Tablo 7.8). Yaz aylarında 1 g arıtma çamurlarında fekal streptokok konsantrasyonları; Nevşehir’de 18×10^4 adet koloni/gr çamur, KASKİ’de 16×10^4 adet koloni/gr çamur, GASKİ 2 6×10^3 adet koloni/gr çamur ve Bahçeşehir- İstanbul arıtma çamurlarında 20×10^4 adet koloni/gr çamur olarak bulunmuştur (Tablo 7.9). Yaz aylarında kış dönemine göre fekal streptokok sayılarında sırası ile Nevşehir’de %97, KASKİ’de %98, GASKİ 2’de %99.89 ve Bahçeşehir- İstanbul’da %95 azalma gözlenmiştir.

Kış aylarında en düşük fekal streptokok konsantrasyonları BUSKİ-Bursa’da (4×10^4 adet koloni/gr çamur, kireç stabilizasyonu prosesi var), Malatya (4×10^4 adet koloni/gr çamur, kireç stabilizasyonu prosesi var), Düzce-merkez (8×10^4 adet koloni/gr çamur, aerobik çürütücü prosesi var), 19 Mayıs-Samsun (20×10^4 adet koloni/gr çamur, aerobik çürütücü prosesi var), Siirt (2×10^4 adet koloni/gr çamur, çamur stabilizasyon prosesi yok), Manisa (2×10^4 adet koloni/gr çamur, aerobik çürütücü prosesi var) arıtma çamurlarında bulunmuştur (Tablo 7.8).

Yaz döneminde sözü geçen arıtma tesisleri için fekal streptokok konsantrasyonları, BUSKİ-Bursa (2×10^4 adet koloni/gr çamur), Malatya (80×10^3 adet koloni/gr çamur), Düzce-merkez (98×10^3 adet koloni/gr çamur), 19 Mayıs-Samsun (3×10^3 adet koloni/gr çamur), Siirt (30×10^3 adet koloni/gr çamur) ve Manisa (2×10^4 adet koloni/gr çamur)’dır (Tablo 7.9). Kış dönemi örnekleri ile karşılaştırıldığında, Yaz döneminde fekal streptokok azalması sırası ile BUSKİ-Bursa’da %50, Malatya’da %0, Düzce-Merkez’de %0, 19 Mayıs-Samsun’da %98, Siirt’te %0 ve Manisa’da %0 olarak bulunmuştur. Yaz döneminde bazı arıtma çamurlarında

fekal streptokok sayılarının arttığı gözlenmiştir. Siirt'te ve 19 Mayıs Samsun'da çamur stabilizasyon prosesleri bulunmamaktadır. Çamurlardaki söz konusu bakterilerin muhtemelen yaz aylarında uygun sıcaklık, nem ve nütrient özellikleri nedeni ile ürediği düşünülebilir. Bursa'da ve Malatya'da kireç stabilizasyonunun yeterli dezenfeksiyonu sağlayamaması ve re-growth olayı ile fekal streptokok sayılarının arttığı gözlenmiştir.

Yaz döneminde en düşük fekal streptokok konsantrasyonları, 3×10^3 adet koloni/gr çamur ile Erzincan (kış aylarında 30×10^4 adet koloni/gr çamur); Van 6×10^3 adet koloni/gr çamur (kış aylarında 144×10^5); Karamürsel-Kocaeli 3×10^3 adet koloni/gr çamur (kış aylarında 60×10^4 adet koloni/gr çamur)'dir (Tablo 7.8). Bu arıtma tesislerinde Yaz döneminde kış aylarına göre fekal streptokok Erzincan'da %99, Van'da %99.95 ve Karamürsel-Kocaeli'de %99.50 daha az sayıda belirlenmiştir.

Kış Döneminde arıtma çamurlarında *Salmonella* konsantrasyonları mertebesi 10^6 - 10^8 arasında seyretmektedir (Tablo 7.8). Kış ayında maksimum *Salmonella* konsantrasyonları GASKİ 2'de (16.8×10^7 adet koloni/gr çamur, çamur stabilizasyon prosesi yok), Çiğli-İzmir'de (25.6×10^7 adet koloni/gr çamur, kireç stabilizasyonu), Denizli'de (20.4×10^7 adet koloni/gr çamur, anaerobik çürütücü), Erzincan'da (18.8×10^7 adet koloni/gr çamur, çamur stabilizasyon prosesi yok), KASKİ'de (18×10^7 adet koloni/gr çamur, anaerobik çürütücü), Akçakoca'da (96.8×10^6 adet koloni/gr çamur, çamur stabilizasyon prosesi yok) ve Elazığ'da (64×10^6 adet koloni/gr çamur, çamur stabilizasyon prosesi yok) olarak bulunmuştur (Tablo 7.8).

Yaz aylarındaki *Salmonella* konsantrasyonları GASKİ 2'de (5×10^3 adet koloni/gr çamur), Çiğli İzmir'de (18×10^4 adet koloni/gr çamur), Denizli'de (6.5×10^4 adet koloni/gr çamur), Erzincan'da (2×10^3 adet koloni/gr çamur), KASKİ'de (90×10^3 adet koloni/gr çamur), Akçakoca'da (45×10^3 adet koloni/gr çamur) ve Elazığ'da (20×10^4 adet koloni/gr çamur)'dür. Buna göre Kış örnekleri ile karşılaştırıldığında, yaz aylarında sırası ile, GASKİ 2'de %99.99, Çiğli-İzmir'de %99.92, Denizli'de %96.81, Erzincan'da % 99.99, KASKİ'de %99.95, Akçakoca'da %99.95 ve Elazığ'da %99.68 daha az *Salmonella* belirlenmiştir (Tablo 7.9).

Kış aylarında en düşük *Salmonella* konsantrasyonu; BUSKİ-Bursa'da (12×10^5 adet koloni/gr çamur), 19 Mayıs- Samsun'da (92×10^5 adet koloni/gr çamur), Tatlar-Ankara'da (10.4×10^6 adet koloni/gr çamur), Manisa'da (16×10^6 adet koloni/gr çamur), Van'da (15.2×10^6 adet koloni/gr çamur) ve Kemer-Antalya (11.2×10^6 adet koloni/gr çamur)'dir (Tablo 7.8). Yaz döneminde sözü geçen arıtma çamurları için *Salmonella* konsantrasyonları BUSKİ-Bursa'da (10×10^3 adet koloni/gr çamur), 19 Mayıs- Samsun'da (2×10^3 adet koloni/gr çamur), Tatlar-Ankara'da (2×10^3

adet koloni/gr çamur), Manisa'da (9×10^3 adet koloni/gr çamur), Van'da (5×10^3 adet koloni/gr çamur) ve Kemer-Antalya'da (17×10^4 adet koloni/gr çamur)'dur (Tablo 7.9). Buna göre, kış örnekleri ile kıyaslandığında yaz aylarında *Salmonella* miktarlarında sırası ile BUSKİ-Bursa'da %92.50, 19 Mayıs- Samsun'da %99.97, Tatlar-Ankara'da %99.99, Manisa'da %99.94, Van'da %99.96 ve Kemer-Antalya'da %98.48 azalma belirlenmiştir.

Yaz aylarında en düşük *Salmonella* konsantrasyonları, Kullar-Kocaeli'de (2×10^3 adet koloni/gr çamur) (kış dönemi 380×10^5 adet koloni/gr çamur), GASKİ 1'de (2×10^3 adet koloni/gr çamur) (kış dönemi: 620×10^5 adet koloni/gr çamur), 19 Mayıs Samsun'da (2×10^3 adet koloni/gr çamur) (kış dönemi: 92×10^5 adet koloni/gr çamur), Karamürsel Kocaeli'de (2×10^3 adet koloni/gr çamur) (kış dönemi: 320×10^5 adet koloni/gr çamur), Erzincan'da (2×10^3 adet koloni/gr çamur) (kış dönemi: 188×10^6 adet koloni/gr çamur), Tatlar-Ankara'da (2×10^3 adet koloni/gr çamur) (kış dönemi: 31×10^5 adet koloni/gr çamur ve Van'da (5×10^3 adet koloni/gr çamur) (kış dönemi: 152×10^5 adet koloni/gr çamur)dir (Tablo 7.8 ve Tablo 7.9). Kış numuneleri ile kıyaslandığında, *Salmonella* değerleri sırası ile Kullar-Kocaeli'de %99.99, GASKİ 1'de %99.99, 19 Mayıs Samsun'da %99.97, Karamürsel Kocaeli'de %99.99, Erzincan'da %99.99 ve Tatlar-Ankara'da %99.93 azalma göstermiştir.

Kış döneminde Enterovirüs mertebeleri 10^6 seviyelerindedir (Tablo 7.8). Kış döneminde en yüksek Enterovirüs konsantrasyonları; Denizli'de (10.34×10^7 MPN/gr çamur), Lara-Antalya'da (91.40×10^6 MPN/gr çamur), Bahçeşehir-İstanbul'da (95.25×10^6 MPN/gr çamur), Malatya'da (97.85×10^6 MPN/gr çamur), Yozgat'ta (91.76×10^6 MPN/gr çamur), Akçakoca'da (88.07×10^6 MPN/gr çamur) ve BUSKİ'de (87×10^6 MPN/gr çamur)'dur. Yaz döneminde Enterovirüs konsantrasyonları sırası ile Denizli'de (5.98×10^4 MPN/gr çamur), Lara-Antalya'da (12.88×10^4 MPN/ gr çamur), Bahçeşehir-İstanbul'da (11.99×10^3 MPN/ gr çamur), Malatya'da (66.85×10^3 MPN/ gr çamur), Yozgat'ta (80.96×10^3 MPN/ gr çamur), Akçakoca'da (40.76×10^3 MPN/ gr çamur) ve BUSKİ'de (1×10^3)'dür (Tablo 7.9). Kış dönemine göre Yaz aylarında Enterovirüs sayılarında Denizli'de %99.99, Lara-Antalya'da %99.97, Bahçeşehir-İstanbul'da %99.98, Malatya'da %99.93, Yozgat'ta %99.91, Akçakoca'da %99.95 ve BUSKİ'de %99.99 oranında azalma olmuştur.

Kış döneminde en düşük Enterovirüs konsantrasyonları Tatlar-Ankara'da (28.65×10^6 MPN/ gr çamur), Siirt (30.95×10^6 MPN/ gr çamur), Seyhan-Adana (39.41×10^6 MPN/ gr çamur), 19 Mayıs –Samsun (41.37×10^6 MPN/ gr çamur) ve Erzincan (42.01×10^6 MPN/ gr çamur) olmuştur (Tablo 7.8).

Yaz döneminde en düşük Enterovirüs konsantasyonları ise BUSKİ’de (1×10^3 MPN/ gr çamur) (kış dönemi: 87×10^6 MPN/ gr çamur), GASKİ 1’de (1.98×10^3 MPN/ gr çamur) (kış dönemi: 49.08×10^6 MPN/ gr çamur), Karamürsel-Kocaeli’de (1.89×10^3 MPN/ gr çamur) (kış dönemi: 45.86×10^6 MPN/ gr çamur), Erzincan’da (1.79×10^3 MPN/ gr çamur) (kış dönemi: 42.01×10^6 MPN/ gr çamur), Siirt’te (1×10^3) (kış dönemi: 30.95×10^6 MPN/ gr çamur) ve Tatlar-Ankara’da (1.65×10^3 MPN/ gr çamur) (kış dönemi: 28.65×10^6)’dır (Tablo 7.9). Buna göre Kış dönemine göre Yaz aylarında Enterovirüs azalması sırası ile BUSKİ’de 99.99%, GASKİ 1’de 99.95%, Karamürsel-Kocaeli’de %99.99; Erzincan’da %99.95; Siirt’te % 99.99 ve Tatlar-Ankara’da % 99.99 olarak bulunmuştur

Kış döneminde en yüksek Helmint yumurta sayıları; Kemer-Antalya (9881 yumurta sayısı/gr çamur), Malatya (1150 yumurta sayısı/gr çamur), BUSKİ-Bursa (1017 yumurta sayısı/gr çamur), BUSKİ-Bursa (755 yumurta sayısı/gr çamur), Elazığ (684 yumurta sayısı/gr çamur), Siirt (902 yumurta sayısı/gr çamur) ve Denizli (891 yumurta sayısı/gr çamur) olmuştur (Tablo 7.10).

Yaz döneminde Helmint yumurta sayıları; Kemer-Antalya’da (2402 yumurta sayısı/gr çamur), Malatya’da (871 yumurta sayısı/gr çamur), BUSKİ-Bursa’da (2180 yumurta sayısı/gr çamur), Bahçeşehir-İstanbul’da (1338 yumurta sayısı/gr çamur), Elazığ (467 yumurta sayısı/gr çamur), Siirt’te (932 yumurta sayısı/gr çamur) ve Denizli’de (843 yumurta sayısı/gr çamur) olmuştur (Tablo 7.11). Kış dönemi ile kıyaslandığında, Yaz döneminde helmint yumurta sayılarındaki azalmalar; Kemer-Antalya’da %75.69, Malatya’da %24.26, BUSKİ-Bursa’da %0 (artış var), Elazığ’da %31.72, Siirt’te %0 (artış var) ve Denizli’de %5.38 olarak saptanmıştır.

Yaz döneminde en düşük helmint yumurta sayıları; Van (221 yumurta sayısı/gr çamur) (kış dönemi: 198), Tatlar-Ankara (277 yumurta sayısı/gr çamur) (kış dönemi: 138 yumurta sayısı/gr çamur), Akçakoca (279 yumurta sayısı/gr çamur) (kış dönemi: 296 yumurta sayısı/gr çamur), 19 Mayıs-Samsun (379 yumurta sayısı/gr çamur) (kış dönemi: 379 yumurta sayısı/gr çamur) ve GASKİ 1’de (334 yumurta sayısı/gr çamur) (kış dönemi: 262 yumurta sayısı/gr çamur) olarak saptanmıştır (Tablo 7.11). Kış dönemi ile kıyaslandığında Yaz döneminde helmint yumurta sayılarında sırası ile; Van’da %10.40, Tatlar-Ankara’da %50.18, Akçakoca’da %0 (artış var), 19 Mayıs-Samsun’da %0 ve GASKİ 1’de %21.55 azalma belirlenmiştir.

Tablo 7.10: Arıtma Çamuru Numunelerinde Yapılan Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları (KIŞ DÖNEMİ)

Numune No	Numunenin Alındığı Bölge	Numunenin Alındığı Tesis	Tanısı yapılan yumurtalar
1	Marmara	Bahçeşehir-İstanbul	<i>Opisthorchis viverrini</i> , <i>Metagonimus yokogonami</i> , <i>Gastrodiscoides hominis</i> , <i>Hymenolepis nana</i> , <i>Echinostoma ilocanum</i> , <i>Taenia spp.</i>
2	Marmara	BUSKİ-Bursa	<i>Opisthorchis viverrini</i> , <i>Schistosoma japonicum</i> , <i>hymenolepis nana</i> ; <i>Diphyllobothrium patum</i>
3	Marmara	Kullar-Kocaeli	<i>Dicrocoelium dendriticum</i> ; <i>Taenia spp.</i> ; <i>Fasciolopsis buski</i>
4	Doğu Anadolu	Malatya	<i>Shistosoma mensoni</i> ; <i>Taenia spp.</i> ; <i>Hemenolepis diminuta</i> ; <i>Trichuris trichiura</i>
5	Doğu Anadolu	Elazığ	<i>Opisthorchis viverrini</i> ; <i>Hymenolepis nana</i>
6	Güneydoğu A.	GASKİ 1	<i>Hymenolepis diminuta</i> ; <i>Hookworm spp.</i>
7	Güneydoğu A.	GASKİ 2	<i>Hemenolepis diminuta</i> ; <i>Hookworm spp.</i> ; <i>Dicrocoelium dendriticum</i> ; <i>Opisthorchis filenius</i> ; <i>Hymenolepis nana</i>
8	Karadeniz	Düzce Merkez	<i>Heterophyes heterophyes</i> ; <i>Hymenolepis nana</i> ; <i>Hymenolepis diminuta</i> ; <i>Schistosoma mansoni</i> ; <i>Opisthorchis filenius</i>
9	Karadeniz	Akçakoca	<i>Hymenolepis nana</i> ; <i>Taenia spp.</i>
10	Karadeniz	Bafra-Samsun	<i>Clonorchis sinensis</i> ; <i>Hymenolepis nana</i> ; <i>Metagonimus yokogawai</i> ; <i>Paragonimus westermani</i>
11	Karadeniz	19 Mayıs-Samsun	<i>Enterobius vermicularis</i> ; <i>Ascaris lumbricoides</i> ; <i>Paragonimus westermani</i> ; <i>Fasciolopsis buski</i> ; <i>Hymenolepis diminuta</i>
12	İç Anadolu	KASKİ	<i>Hymenolepis nana</i> ; <i>Hymenolepis diminuta</i> ; <i>Metagonimus yokogawai</i>
13	İç Anadolu	Yozgat	<i>Metagonimus yokogawai</i> ; <i>Heterophyes heterophyes</i> ; <i>Ascaris lumbricoides</i>
14	Marmara	Karamürsel-Kocaeli	<i>Hymenolepis nana</i> ; <i>Heterophyes heterophyes</i> ; <i>Opisthorchis viverrini</i> ; <i>Fasciola hepatica</i>
15	İç Anadolu	Nevşehir	<i>Dicrocoelium dendriticum</i> ; <i>Trichuris trichiura</i> ; <i>Opisthorchis viverrini</i> ; <i>Enterobius vermicularis</i> ; <i>Heterophyes heterophyes</i> ; <i>Hymenolepis nana</i>
16	Doğu Anadolu	Erzincan	<i>Taenia spp.</i> ; <i>Hymenolepis nana</i>
17	Akdeniz	Seyhan-Adana	<i>Schistosoma japonicum</i> ; <i>Hymenolepis nana</i> ; <i>Heterophyes heterophyes</i>
18	Akdeniz	MESKİ-Mersin	<i>Hookworm spp.</i> ; <i>Taenia spp.</i>
19	İç Anadolu	Tatlar-Ankara	<i>Taenia spp.</i> ; <i>Hymenolepis nana</i>

Tablo 7.10 (Devam) : Arıtma Çamuru Numunelerinde Yapılan Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları (KIŞ DÖNEMİ)

Numune No	Numunenin Alındığı Bölge	Numunenin Alındığı Tesis	Tanısı yapılan yumurtalar
20	Ege	Çiğli-İzmir	<i>Enterobius vermicularis</i> ; <i>Opisthorchis filenius</i> ; <i>Hookworm spp.</i>
21	Ege	Foça-İzmir	<i>Taenia spp.</i> ; <i>Hymenolepis nana</i> ; <i>Hymenolepis diminuta</i>
22	Güneydoğu A.	Siirt	<i>Hymenolepis diminuta</i> ; <i>Hymenolepis nana</i> ; <i>Dicrocoelium dendriticum</i> ; <i>Taenia spp.</i> ; <i>Opisthorchis filenius</i> ; <i>Paragonimus westermani</i>
23	Ege	Denizli	<i>Heterophyes heterophyes</i> ; <i>Metagonimus yokogawai</i> ; <i>Capillaria philippinensis</i>
24	Ege	Manisa	<i>Shistosoma japonicum</i> ; <i>Taenia sp.</i> ; <i>Dipilidium caninum</i> ; <i>Hymenolepis nana</i>
25	Akdeniz	Antalya-Lara	<i>Taenia sp.</i> ; <i>Hymenolepis diminuta</i>
26	Doğu Anadolu	Van	<i>Hymenolepis nana</i> ; <i>Schistosoma haematobium</i>
27	Akdeniz	Antalya-Kemer	<i>Hymenolepis diminuta</i> ; <i>Taenia Sp.</i> ; <i>Paragonimus westermani</i>
28	Güneydoğu A.	---	----

Tablo 7.11 : Arıtma Çamuru Numunelerinde Yapılan Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları (YAZ DÖNEMİ)

Numune No	Numunenin Alındığı Bölge	Numunenin Alındığı Tesis	Tanısı yapılan yumurtalar
1	Marmara	Bahçeşehir-İstanbul	<i>Taenia sp.</i>
2	Marmara	BUSKİ-Bursa	<i>Echinostoma ilocanum</i> , <i>Enterobius vermicularis</i> , <i>Taenia spp</i>
3	Marmara	Kullar-Kocaeli	<i>Hymenolepis nana</i> ; <i>Paragonimus westermani</i>
4	Doğu Anadolu	Malatya	<i>Hymenolepis nana</i> ; <i>Schistosoma haematobium</i>
5	Doğu Anadolu	Elazığ	<i>Hymenolepis nana</i> , <i>Hymenolepis diminuta</i>
6	Güneydoğu A.	GASKİ 1	<i>Hookworm spp.</i>
7	Güneydoğu A.	GASKİ 2	<i>Ascaris sp.</i> ; <i>Hymenolepis nana</i>
8	Karadeniz	Düzce Merkez	<i>Dicrocoelium dendriticum</i>
9	Karadeniz	Akçakoca	<i>Heterophyes heterophyes</i> ; <i>Metagonimus yokogawai</i> ; <i>Capillaria philippinensis</i>
10	Karadeniz	Bafra-Samsun	<i>Taenia sp.</i>
11	Karadeniz	19 Mayıs-Samsun	<i>Taenia sp.</i> ; <i>Hymenolepis diminuta</i>

Tablo 7.11 (Devam) : Arıtma Çamuru Numunelerinde Yapılan Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları (YAZ DÖNEMİ)

Numune No	Numunenin Alındığı Bölge	Numunenin Alındığı Tesis	Tanısı yapılan yumurtalar
12	İç Anadolu	KASKİ	<i>Hymenolepis nana</i> ; <i>Paragonimus westermani</i>
13	İç Anadolu	Yozgat	<i>Dicrocoelium dendriticum</i>
14	Marmara	Karamürsel-Kocaeli	<i>Metagonimus yokogawai</i>
15	İç Anadolu	Nevşehir	<i>Hymenolepis nana</i>
16	Doğu Anadolu	Erzincan	<i>Taenia sp.</i>
17	Akdeniz	Seyhan-Adana	<i>Dicrocoelium dendriticum.</i>
18	Akdeniz	MESKİ-Mersin	<i>Hymenolepis diminuta</i> ; <i>Enterobius vermicularis</i>
19	İç Anadolu	Tatlar-Ankara	<i>Taenia spp.</i> ; <i>Hymenolepis nana</i>
20	Ege	Çiğli-İzmir	<i>Hymenolepis nana</i> ; <i>Taenia sp</i>
21	Ege	Foça-İzmir	<i>Taenia spp.</i>
22	Güneydoğu A.	Siirt	<i>Dicrocoelium dendriticum</i> ; <i>Paragonimus westermani</i>
23	Ege	Denizli	<i>Heterophyes heterophyes</i>
24	Ege	Manisa	<i>Taenia spp.</i>
25	Akdeniz	Antalya-Lara	<i>Himenolepis diminuta</i>
26	Doğu Anadolu	Van	<i>Taenia sp.</i>
27	Akdeniz	Antalya-Kemer	<i>Taenia spp.</i>
28	Güneydoğu A.	Şanlıurfa	<i>Dicrocoelium dendriticum</i>
29	Ege	İzmir Güneybatı	<i>Hymenolepis diminuta</i>

Yaz aylarında arıtma çamurlarında çalışılan mikrobiyal türlerin sayısının kış mevsimine kıyasla azaldığı gözlenmiştir.

Yaz aylarında Helminth yumurta türlerinin kış aylarındaki döneme kıyasla çok çeşitlilik göstermediği gözlenmiştir. Helminth yumurta sayıları 221 adet/ gr (Van AAT), 334 adet/ gr (Gaski AAT), 1769 adet/ gr (19 Mayıs AAT), 2180 adet/ gr (Buski AAT) ve 2402 adet/ gr (Kemer AAT) şeklinde değişmektedir(Tablo 7.11).Çamurda helminth yumurta türleri çamur çürütme prosesine, çamur özelliklerine, ortam sıcaklığına, çamurda bulunan nutrient özelliklerine, pH'a bağlı olarak değişebilmektedir. Mevcut arıtma çamurlarında en çok rastlanan Helminthler *Taenia sp*, *Hymenolapis sp* ve *Dicrocoelium sp.*' dir.

Arıtma çamurlarında yapılan mikrobiyolojik analizlerde türlerin çoğunun sayılarının yaz aylarında kışa oranla azaldığı gözlenmiştir. Bazı türlerde görülen artış, arıtma çamurundaki

mikrobiyal etkileşimleri, antagonistik etkiler, yağmur, çamurda baskın enterik patojen türler, pH, nem ve sıcaklıkla ilişkilidir. Yukarıda belirtildiği gibi yaz aylarında kışa oranla yüksek oranlarda enterik patojen giderimleri gözlenmiştir. Anaerobik ve aerobik çürütücülerde özellikle kış aylarında patojenlerin yüksek konsantrasyonda olması mezofilik stabilizasyonun patojen giderimi için uygun olmadığı, sıcaklığın bakterilerin büyümesini teşvik ettiği veya bazı türlerin arıtma çamurunda tamamen yok olması ile analizi yapılan bakterilerin dominant olması ile açıklanabilir.

Mezofilik anaerobik stabilizasyon yapan arıtma çamurlarının % 30-98'inde yüksek sayıda Helminth yumurtasına rastlanmıştır (Fitzgerald, 1981), Carrington'a göre (2004) ham çamurda Salmonella konsantrasyonları 10^2-10^3 cfu/g; arasında olup, sayıları 10^7 cfu/ml'ye kadar çıkabilmektedir. Termofilik anaerobik çürütme prosesi ile fekal koliformlar giderilebilmekte, ancak Salmonella'lar etkin olarak inaktive edilememektedir. Konvansiyonel çamur çürütmede ise Salmonella'lar giderilememektedir.

Çamurdaki patojenler farklı çamur stabilizasyon proseslerinden değişik şekilde etkilenmektedir. Mezofilik anaerobik stabilizasyon prosesinde örneklerin %58'inde Salmonella'ya rastlanmıştır (Sahlström et al., 2004).

Bakteri, Enterobacter ve bazı patojenlerin düşük sıcaklıklarda (10-25 °C) kış koşullarında üreyebilecekleri ve sayılarının artabileceği belirtilmiştir (Badaway et al. 1990; Allwood et al. 2003; Dawson et al. 2005). Kış koşullarında enterik bakteri ve patojenlerin inaktivasyonun mümkün olmadığı, nemin artması ve sıcaklığın düşmesi ile bunun sağlanamayacağı belirtilmiştir. Patojenlerin inaktivasyonunu sağlayan koşullar, güneş radyasyonu, nem, patojen türü, ortamda mikroorganizmalar tarafından kullanılacak organik madde ve nütrient bulunması ve organizmaların çamurda bulunan diğer organizmalarla olan ilişkileridir (Hurst et al. 1980; Yates & Yates 1988; Jiang et al. 2002).

Yaz mevsiminde ise düşük nem nedeni ile organizma inaktivasyonun daha çok olacağı ve ölen patojen sayısının daha çok olduğu belirtilmiştir. *E. coli*'nin ve bazı enterovirüslerin yaz aylarında inkübasyon periyodunun artması ile inaktivasyonlarının arttığı belirtilmiştir (Allwood et al. 2003; Sinton et al. 2006). Kış mevsiminde arıtma çamurlarında düşük sıcaklık ve yüksek nem inaktivasyonu azaltmakta, aksine mikroorganizma artışı görülmektedir. Sinton et al. (2006) yaz mevsiminde *E. coli* ve *Salmonella* için güneş ışığı altında kış mevsimine kıyasla daha yüksek inaktivasyonlar gözlemiştir. *Salmonella*'nın inaktivasyona az dirençli olduğu ve öldüğü, Enteroviruslerin ise inaktivasyona daha dirençli oldukları gözlenmiştir (Fujioka &

Yoneyama (2002). Çamur suyunun alındığı dekantasyon ve filtre press proseslerinde, sıcaklığa dayanıklı koliform sayılarının arttığı belirtilmiştir (Mentu et al. 1988; Byamukama et al., 2000 ve Solo-Gabrielle et al.2000). Anaerobik mezofilik çürütme ve kireç stabilizasyonu arıtma çamurundaki patojenlere etkili olamamaktadır (Solo-Gabrielle et al.2000).

Kireç ilavesi ile arıtma çamuru stabilizasyonu prosesinde, *Salmonella* ve Helmint yumurtalarının giderimi için 20–60 gün süreyle pH'ın 12-12.6 arasında tutulması gerekmektedir (Reimers et al., 1998, Gaspard et al., 1997; Amer, 1997). Canlı Helmint ve nematod yumurtalarının giderimi için kireç içeren çamurun 6 ay boyunca depolanması gerekmektedir. Schuh et al. (1985) *Ascaris sp.* helmint yumurtalarının inaktivasyonu için arıtma çamurunun 2-4 ay 12.5 pH'ta depolanmasının gerektiğini bildirmiştir. Depolama sırasında *E. coli* ve Enterococci türlerinin arıtma çamuru yığınlarına yeniden kontamine olabileceğini ve bu türlerin re-growth ile tekrar üreyebileceklerini belirtmiştir. Sıcaklık ve pH arıtma çamurunun kireç ile stabilizasyonunda önemli iki faktör olup, patojenlerin inaktivasyonu için 12-12.5 pH'ta 6 aylık bir depolama önerilmektedir.

Horan et al. (2000), enterik organizmaların büyümesi ve üremesi için gerekli sıcaklığın 30–40 °C mezofilik sıcaklıkların *E. coli* ve *Salmonella*'nın inaktivasyonunu sağlayamayacağını belirtmiştir (ICMSF, 1980). Mezofilik stabilizasyonda, en iyi koşullarda *E. coli*'nin giderim yüzdesi 1–2 log₁₀ olmaktadır. Mezofilik proseslerde patojen inaktivasyonu doğrudan sıcaklığa bağlı olmamakta; bazı kompleks fiziksel ve biyokimyasal faktöre bağlı olup, bekleme süresi, nutrient ve substrat konsantrasyonu ve arıtma çamurunda bulunan mikroorganizmalar ile olan etkileşimler (antagonistik ve sinerjistik etkiler) ile organizmalar arası yarışmalar ve inhibisyonlar çok önemli olmaktadır. Mevsimsel değişimler de arıtma çamurundaki protozoa kist ve helmint yumurtalarını etkilemektedir. Yağmurlu günlerde arıtma tesisindeki atıksuların seyrelmesi ile Helmint sayılarının azaldığı belirtilmiştir (Panicker and Krishnamoorthi, 1978).

7.1.1.2.Eluatta Yapılan Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Eluatta Çözünmüş Organik Karbon (DOC, mg/L)

Kış ve Yaz mevsimlerini temsilen alınan çamur keki numuneleri kullanılarak hazırlanan eluat örneklerinin çözünmüşorganik karbon içeriklerinin mevsimlik değişimi çamur keki toplam organik karbon değerleri ile birlikte Şekil 5'te gösterilmiştir. Kış döneminde örnekleme yapılan tesislerde çözünmüşorganik karbon (DOC) içeriklerinin 318 mg/L (GASKİ-1) ile 3500 mg/L (Denizli) arasında değiştiği; Yaz örneklerinde ise 209 mg/L (Şanlı Urfa) ile 5630 mg/L (Karamürsel-Kocaeli) arasında değiştiği belirlenmiştir. 26 Mart 2010 tarih ve 27533 nolu Resmî

Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiş olan “Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik”te EK-2B’de verilen “Tehlikesiz Atıkların Düzenli Depolanabilme Kriterleri” uyarınca, II. sınıf düzenli depolama tesisi: Belediye atıkları ile tehlikesiz atıkların depolanması için gereken altyapıya sahip tesislerde depolanması hali için değerlendirildiğinde, çamur keki örnekleme yapılan tüm tesisler için çözünmüş organik karbon içeriklerinin yönetmelikte inert atıklar için verilen 80 mg/L değerinin çok üzerinde olduğu görülmektedir (Tablo 7.12).

Çamur keki örneklerinden hazırlanan eluatta ölçülen DOC değerlerinin mevsimsel değişimi, orijinal çamur keki örneklerinin toplam organik karbon (TOC) içerikleri ile ilişkilendirildiğinde, Kış dönemi örneklerinde en yüksek TOC değerine sahip olan Denizli (403 g/kg) çamur kekinden eluata geçen DOC içeriğinin (3500 mg/L) de en yüksek değer olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Yaz dönemi örneklemeinde orijinal çamur kekinde en düşük TOC içeriğine sahip olan Şanlıurfa (85 g/kg) çamur kekinden eluata geçen DOC içeriğinin (209 mg/L) de en düşük olduğu belirlenmiştir.

Tablo 7.12 : Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik EK-2B) Tehlikesiz Atıkların Düzenli Depolanabilme Kriterleri (II. sınıf depolama tesisleri için sınır değerler)

Parametre	Birim	Sınır Değer
As (Arsenik)	mg / L	0,2
Ba (Baryum)	mg / L	10
Cd (Kadmiyum)	mg / L	0,1
Cr toplam (Toplam krom)	mg / L	1
Cu (Bakır)	mg / L	5
Hg (Civa)	mg / L	0,02
Mo (Molibden)	mg / L	1
Ni (Nikel)	mg / L	1
Pb(Kurşun)	mg / L	1
Sb (Antimon)	mg / L	0,07
Se(Selenyum)	mg / L	0,05
Zn (Çinko)	mg / L	5
Klorür	mg / L	1500
Florür	mg / L	15
Sülfat	mg / L	2000

Tablo 7.12 (Devam) : Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik EK-2B) Tehlikesiz Atıkların Düzenli Depolanabilme Kriterleri (II. sınıf depolama tesisleri için sınır değerler)

Parametre	Birim	Sınır Değer
ÇOK (Çözünmüş organik karbon) (1)	mg / L	80
TÇK (Toplam çözünen katı) (2)	mg / L	6000

(1) Çözünmüş Organik Karbon (ÇOK) sınır değeri atığın kendi pH değerinde sağlanamıyorsa, pH 7,5 – 8 değerinde test tekrarlanır ve sınır değerin aşılmadığı tespit edilir. Sınır değeri aşılmıyorsa; Çözünmüş Organik Karbon (ÇOK) değerinin kabul kriterlerine uygun olduğu kabul edilir.

(2) Toplam çözünmüş katı madde değerleri (TÇK), sülfat ve klorür değerlerine alternatif olarak kullanılabilir.

Yukarıda verilen sınır değerlere ilave olarak, aşağıdaki sınır değerler de karşılanmak zorundadır:

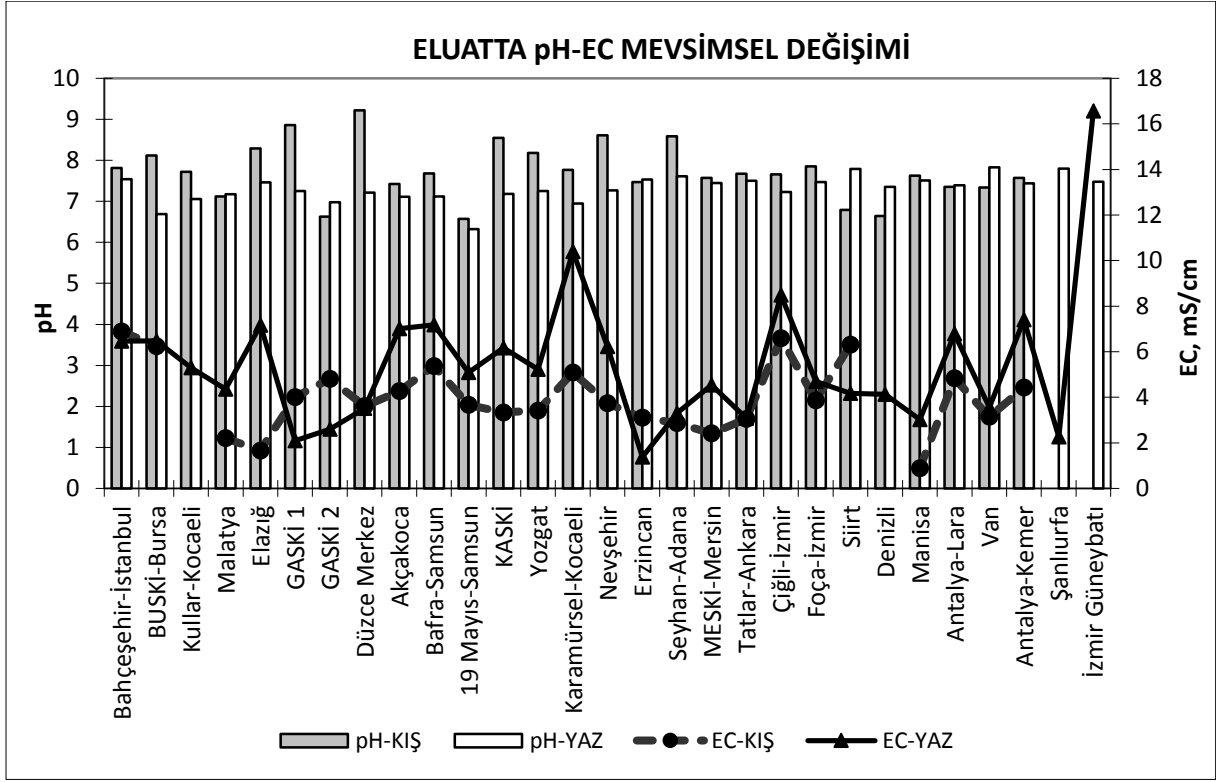
Parametre	Sınır Değer
TOK (Toplam Organik Karbon)	%5 ⁽¹⁾
pH	≥ 6

(1) Atığın kendi pH değerinde veya pH 7,5 ile 8 arasında Çözünmüş Organik Karbon (ÇOK) değerinin 80 mg/L olması kaydı ile Bakanlık tarafından daha yüksek bir değer kabul edilebilir.

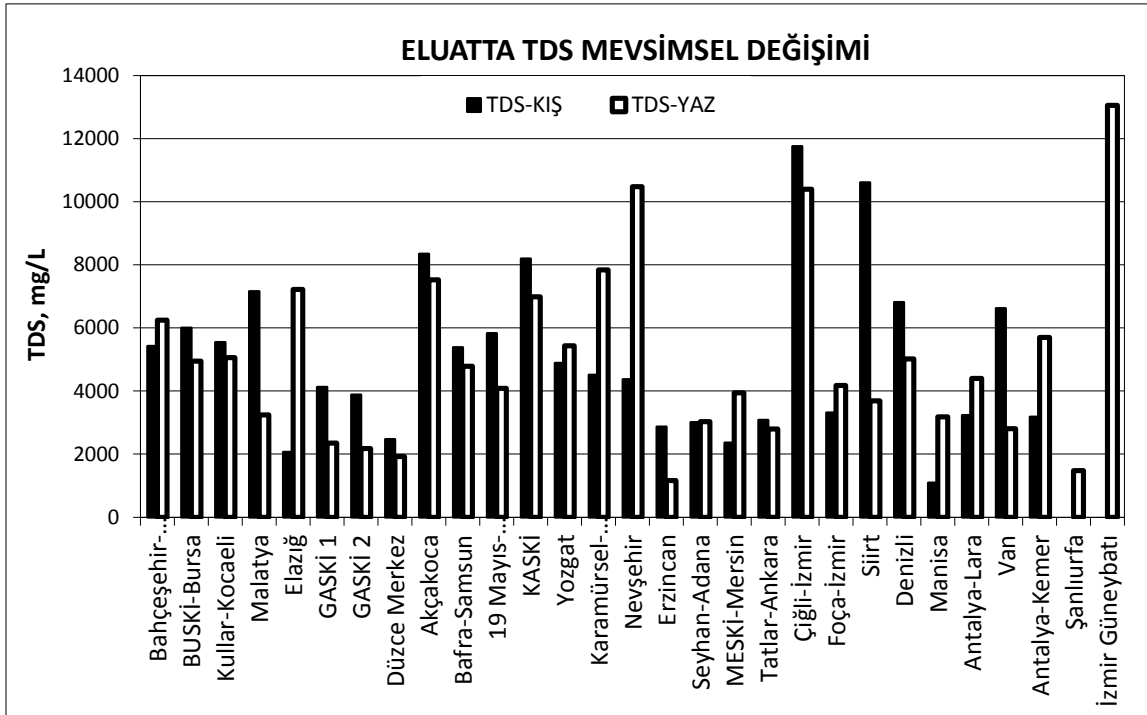
Eluatta pH, Elektriksel İletkenlik ve Toplam Çözünmüş Katılar

Kış ve Yaz mevsimlerini temsilen alınan orijinal çamur keki numuneleri kullanılarak hazırlanan eluat örneklerinin pH değerlerinin mevsimlik değişimi Şekil 7.10 verilmiştir. Kış döneminde örnekleme yapılan tesislerde pH değerlerinin 6.6 ile 9.2 arasında; Yaz örneklerinde ise 6.3 ile 7.79 arasında değiştiği belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik değerlerinin mevsimlik değişimleri incelendiğinde, Kış döneminde örnekleme yapılan tesislerde en düşük 0.88 mS/cm değeri (Manisa) ile en yüksek 6.89 mS/cm (Bahçeşehir) değerleri; Yaz döneminde örnekleme yapılan tesislerde en düşük 1.38 mS/cm değeri (Erzincan) ile en yüksek 16.56 mS/cm (İzmir-Güneybatı) değerleri belirlenmiştir (Şekil 7.10).

Kış ve Yaz mevsimlerini temsilen alınan çamur keki numuneleri kullanılarak hazırlanan eluat örneklerinin toplam çözünmüş katı madde değerlerinin mevsimlik değişimi Şekil 7.11’de gösterilmiştir. Kış döneminde örnekleme yapılan tesislerde en düşük 1092 mg/L değeri (Manisa) ile en yüksek 11759 mg/L (İzmir-Çiğli) değerleri; Yaz döneminde örnekleme yapılan tesislerde en düşük 1167 mg/L değeri (Erzincan) ile en yüksek 13049 mg/L (İzmir-Güneybatı) değerleri belirlenmiştir. Eluatta toplam çözünmüş katı madde değerleri ile elektriksel iletkenlik değerleri arasında benzer ilişki olduğu görülmektedir.



Şekil 7.10 : Eluatta pH-EC Değerlerinin Mevsimsel Değişimi

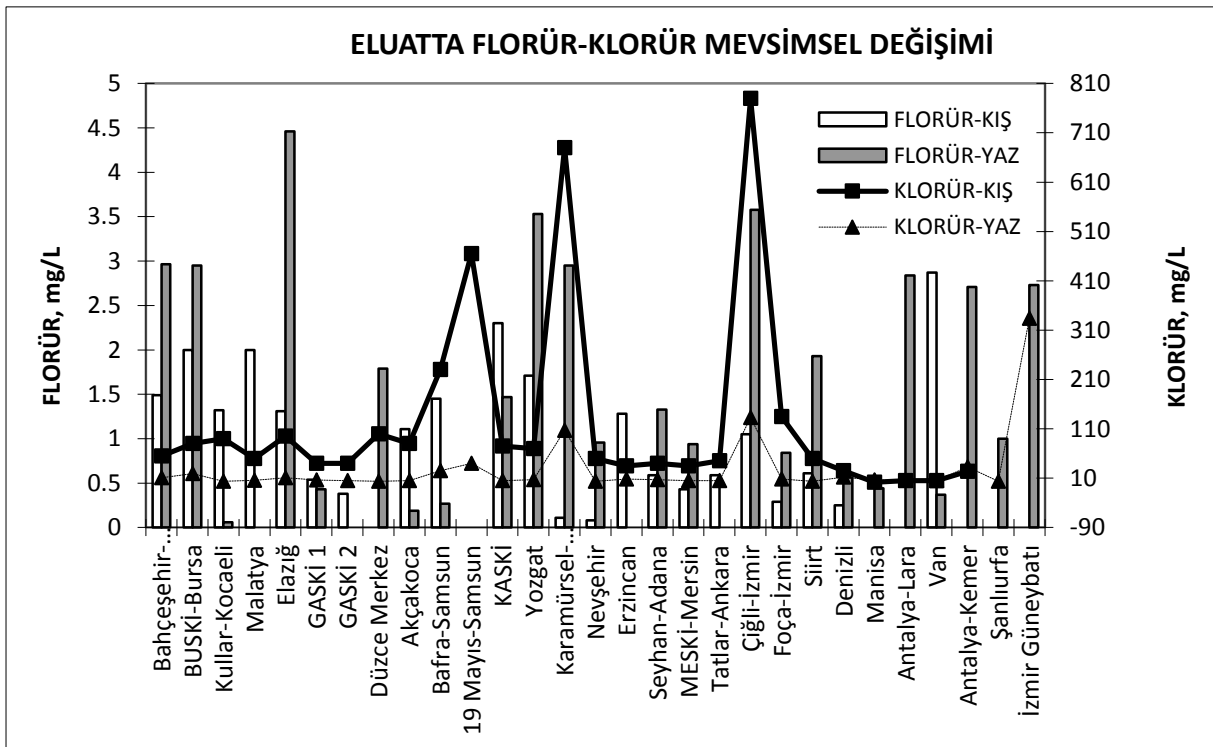


Şekil 7.11 Eluatta TDS Değerlerinin Mevsimsel Değişimi

Eluatta Sülfat, Klorür, Florür ve Fenol

Kış ve Yaz mevsimlerini temsilen alınan çamur keki numuneleri kullanılarak hazırlanan eluat örneklerinde florür ve klorür konsantrasyonlarının mevsimlik değişimi Şekil 7.12’de gösterilmiştir. Kış döneminde florür konsantrasyonlarının <0.1 mg/L (Antalya-Lara, Antalya-Kemer, Manisa, Düzce ve 19 Mayıs-Samsun) ile 2.87 mg/L (Van) arasında değiştiği; Yaz döneminde ise <0.1 mg/L (Malatya, Erzincan, GASKİ-2, Tatlar-Ankara, 19 Mayıs-Samsun) ile 4.46 mg/L (Elazığ) arasında değiştiği belirlenmiştir.

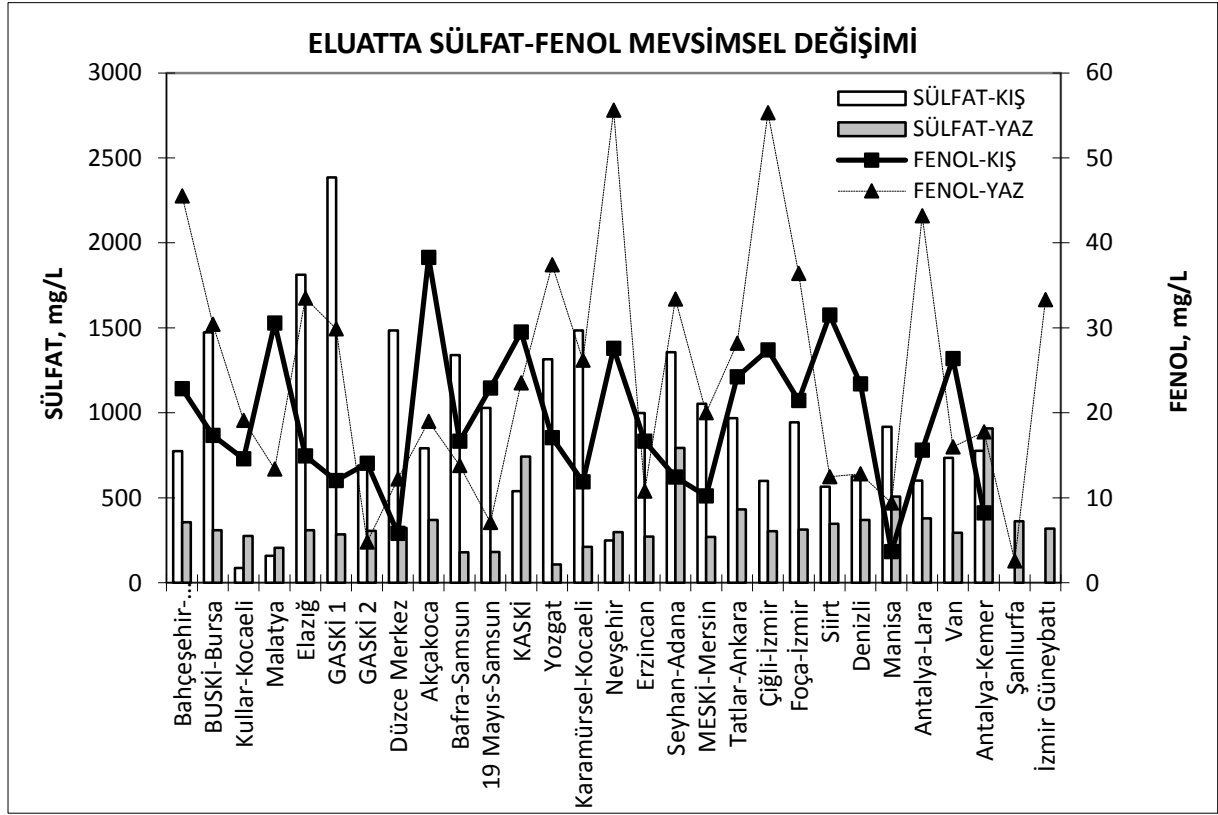
Eluat örneklerinde Kış döneminde klorür konsantrasyonlarının 2 mg/L (Manisa) ile 780 mg/L (İzmir-Çiğli) arasında değiştiği; Yaz döneminde ise 4 mg/L (Siirt, Şanlıurfa, Nevşehir, Düzce, Kocaeli-Kullar) ile 334 mg/L (İzmir-Güneybatı) arasında değiştiği belirlenmiştir. Kış ve Yaz dönemi numunelerindeki klorür konsantrasyonları değişimi ile elektriksel iletkenlik değerleri değişimleri arasında benzer ilişki olduğu görülmektedir.



Şekil 7.12 : Eluatta Florür-Klorür Değerlerinin Mevsimsel Değişimi

Kış ve Yaz mevsimlerini temsilen alınan çamur keki numuneleri kullanılarak hazırlanan eluat örneklerinde sülfat ve fenol konsantrasyonlarının mevsimlik değişimi Şekil 7.13’de verilmiştir. Kış döneminde sülfat konsantrasyonlarının 86.5 mg/L (Kullar-Kocaeli) ile 2385 mg/L (GASKİ-1) arasında değiştiği; Yaz döneminde ise 108 mg/L (Yozgat) ile 909 mg/L (Antalya-Kemer) arasında değiştiği belirlenmiştir. Fenol konsantrasyonlarının mevsimlik değişimine

bakıldığında ise Kış dönemi için 3.67 mg/L (Manisa) ile 38.27 mg/L (Akçakoca) arasında; Yaz dönemi için 4.8 mg/L (GASKİ-2) ile 55.6 mg/L (Nevşehir) arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 7.13 : Eluatta Sülfat-Fenol Değerlerinin Mevsimsel Değişimi

Eluatta Ağır Metal Analizleri

Seçilmiş tesislerden alınan orijinal çamur keki örneklerinden hazırlanan eluatta yapılan ağır metal analizleri Kış dönemi numuneleri için Tablo 7.13’de; Yaz Dönemi numuneleri için Tablo 7.14’de verilmiştir. Ayrıca tüm çamur keki ve eluat numunelerinde ilgili yönetmeliklere göre ağır metal parametresinde sınır değerleri aşan tesisler ve sınır değerleri aşan ağır metalleri gösteren özet tablolar Tablo 7.15 ve Tablo 7.16’da verilmiştir.

Tablo 7.13 : Kış Dönemi Eluat Ağır Metal Değerleri, mg/L

Numunenin Alındığı Tesis	KIŞ DÖNEMİ ELUATTA AĞIR METAL DEĞERLERİ mg/L											
	Ba	Cd	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	Zn	As	Hg	Se	Sb
Bahçeşehir	0.012	<0.005	0.014± 0.0001	0.025 ±0.0004	0.013± 0.0002	0.128± 0.0003	<0.01	<0.05	0.008± 0.0028	<0.005	0.007± 0.0125	<0.01
BUSKİ	0.318± 0.0055	<0.005	0.248± 0.0014	0.13± 0.0003	0.021± 0.0002	0.369± 0.0028	<0.01	0.624± 0.0091	0.111± 0.0094	<0.005	<0.01	<0.01
Kullar	0.011± 0.0002	<0.005	0.025± 0.0002	0.041± 0.0004	0.098± 0.0001	0.242± 0.0014	<0.01	2.121± 0.0107	<0.005	<0.005	0.001± 0.01	<0.01
Malatya	<0.01	<0.005	0.036± 0.0002	0.041± 0.0002	0.013± 0.0002	0.121± 0.0004	<0.01	<0.05	0.016± 0.0071	<0.005	<0.01	<0.01
Elazığ	0.012± 0.0002	<0.005	0.005± 0.0001	<0.01	0.004± 0.0001	0.086± 0.0001	<0.01	<0.05	0.011± 0.0069	<0.005	<0.01	0.022± 0.03
GASKİ 1	0.008± 0.0001	<0.005	0.115± 0.0005	0.033± 0.0005	0.023± 0.0023	0.389± 0.0016	<0.01	0.195± 0.0017	0.022± 0.0012	<0.005	<0.01	0.001± 0.0112
GASKİ 2	0.033± 0.0001	0.001± 0.0006	0.04± 0.0003	0.056± 0.0006	0.015± 0.0002	0.172± 0.0012	0.004± 0.0013	0.224± 0.0012	0.001± 0.0133	<0.005	0.002± 0.009	0.023± 0.0108
Düzce	<0.01	0.001± 0.0001	<0.005	<0.01	0.01± 0.0002	<0.005	0.005± 0.0006	0.05± 0.0003	0.271± 0.0332	<0.005	0.001± 0.006	0.013± 0.0418
Akçakoca	<0.01	0.005± 0.0002	<0.005	0.051± 0.0003	0.021± 0.0002	0.019± 0.0009	0.008± 0.0003	0.31± 0.0031	0.054± 0.0160	<0.005	<0.01	<0.01
Bafra	<0.01	0.002± 0.0002	<0.005	0.002± 0.0002	0.003 ±0.0002	<0.005	0.004± 0.0003	0.119± 0.0019	0.006± 0.0051	<0.005	<0.01	<0.01

Tablo 7.13 : Kış Dönemi Eluat Ağır Metal Değerleri, mg/L

Numunenin Alındığı Tesis	KİŞ DÖNEMİ ELUATTA AĞIR METAL DEĞERLERİ mg/L											
	Ba	Cd	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	Zn	As	Hg	Se	Sb
19 Mayıs	<0.01	0.003± 0.0001	<0.005	<0.01	0.007± 0.0001	<0.005	0.003± 0.0085	0.127± 0.0009	0.006± 0.0041	<0.005	<0.01	<0.01
KASKİ	<0.01	0.119± 0.0003	0.046± 0.0013	0.253± 0.0021	0.274± 0.0019	4.014± 0.0365	0.097± 0.0005	0.949± 0.0120	0.565± 0.2122	<0.005	0.019± 0.006	<0.01
Yozgat	<0.01	0.008± 0.0001	<0.005	0.039± 0.0003	0.014± 0.0002	<0.005	0.005± 0.0002	0.187± 0.0015	0.004± 0.0033	<0.005	0.013± 0.007	<0.01
Karamürsel	<0.01	0.005± 0.0001	<0.005	0.027± 0.0002	0.028± 0.0002	<0.005	0.008± 0.0011	0.177± 0.0007	0.014± 0.0065	<0.005	0.003± 0.005	<0.01
Nevşehir	<0.01	0.006± 0.0001	<0.005	0.054± 0.0001	0.029± 0.0001	<0.005	0.01± 0.0001	0.191± 0.0013	0.143± 0.0124	<0.005	0.004± 0.008	0.002± 0.0217
Erzincan	<0.01	0.002± 0.0001	<0.005	<0.01	0.005± 0.0002	0.084± 0.0007	0.002± 0.0004	0.068± 0.0001	0.013± 0.0038	<0.005	<0.01	<0.01
Seyhan-Adana	<0.01	0.006± 0.0003	<0.005	<0.01	0.009± 0.0001	1.321± 0.0094	0.025± 0.0003	0.172± 0.0011	0.078± 0.0051	<0.005	0.007± 0.007	<0.01
MESKİ-Mersin	<0.01	0.002± 0.0001	<0.005	<0.01	0.007± 0.0003	0.065± 0.0009	0.003± 0.0007	0.63± 0.0005	0.023± 0.0047	<0.005	0.006± 0.008	<0.01
Tatlar-Ankara	<0.01	0.003± 0.0001	<0.005	0.008± 0.0004	0.01± 0.0004	0.238± 0.0009	0.011± 0.0004	0.272± 0.0010	0.077± 0.0039	<0.005	0.003± 0.007	<0.01
Çiğli-İzmir	<0.01	0.012± 0.0006	<0.005	0.138± 0.0014	0.023± 0.0002	0.576± 0.0080	0.014± 0.0006	0.353± 0.0019	0.074± 0.0049	<0.005	0.009± 0.001	<0.01

Tablo 7.13 : Kış Dönemi Eluat Ağır Metal Değerleri, mg/L

Numunenin Alındığı Tesis	KIŞ DÖNEMİ ELUATTA AĞIR METAL DEĞERLERİ mg/L											
	Ba	Cd	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	Zn	As	Hg	Se	Sb
Foça-İzmir	<0.01	0.004± 0.0001	<0.005	0.849± 0.0058	0.149± 0.0017	<0.005	0.04± 0.0002	0.262± 0.0067	0.064± 0.0097	<0.005	<0.01	<0.01
Siirt	<0.01	0.004± 0.0003	<0.005	0.026± 0.0002	0.014± 0.0002	0.371± 0.0025	<0.01	0.231± 0.0013	0.021± 0.0082	<0.005	<0.01	<0.01
Denizli	<0.01	0.022± 0.0001	<0.005	0.097± 0.0001	0.013± 0.0001	0.682± 0.0101	0.013± 0.0001	0.663± 0.0079	0.103± 0.0044	<0.005	<0.01	<0.01
Manisa	0.023± 0.0005	0.002± 0.0018	0.073± 0.0019	0.479± 0.0049	0.088± 0.0006	0.495± 0.0024	0.012± 0.0003	0.3± 0.0013	0.01± 0.0009	<0.005	<0.01	<0.01
Antalya-Lara	0.015± 0.0001	0.002± 0.0023	0.038± 0.0001	0.067± 0.0005	0.024± 0.0001	0.234± 0.0009	0.001± 0.0013	0.17± 0.0007	0.009± 0.0028	<0.005	<0.01	<0.01
Van	0.029± 0.0001	0.005± 0.0029	0.071± 0.0003	0.201± 0.001	0.207± 0.0006	0.436± 0.0022	0.015± 0.0007	0.622± 0.0006	0.013± 0.0041	<0.005	<0.01	<0.01
Antalya-Kemer	0.002± 0.0001	0.001± 0.0012	0.024± 0.0005	0.034± 0.0005	0.01± 0.0001	0.121± 0.0002	<0.01	0.039± 0.0002	0.012± 0.0057	<0.005	<0.01	<0.01

Tablo 7.14 :Yaz Dönemi Eluat Ağır Metal Değerleri, µg/L

Numunenin Alındığı Tesis	YAZ DÖNEMİ ELUATTA AĞIR METAL DEĞERLERİ µg/L											
	Ba	Cd	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	Zn	As	Hg	Se	Sb
Bahçeşehir-İstanbul	40.2±	9.8±	44.8±	114.6±	<20	220±	7.6±	268.2±	9.65±	<2	2.37±	4.26±
	6.97	1.68	5.45	2.4		17.56	1.12	23.63	0.46		0.31	0.14
BUSKİ-Bursa	11.7±	7.1±	163.4±	125.6±	<20	454.8±	<6.25	358.5±	7.02±	<2	2.98±	11.04±
	3.64	2.6	20.8	3.10		24.46		9.71	0.19		0.13	0.17
Kullar-Kocaeli	416.3±	4.3±	22.8±	40.9±	<20	252.1±	<6.25	384.6±	2.31±	<2	2.23±	1.93±
	7.16	1.57	3.69	2.85		23.32		23.27	0.10		0.33	0.28
Malatya	140.1±	2.6±	15±	77.5±	4.6±	180.3±	<6.25	50.5±	2.24±	<2	2.67±	2.55±
	0.41	0.10	0.25	0.64	0.34	1.40		0.20	0.82		0.58	0.13
Elazığ	19.5±	10.5±	65±	383.6±	<20	180.1±	23.7±	1024±	127.6±	0.59±	3.73±	6.43±
	3.71	6.42	1.24	3.68		51.33	1.10	4.0	1.29	0.23	0.11	0.21
GASKİ 1	22.2±	0.6±	87.9±	32.1±	16.1±	1067±	10.1±	75.4±	24.81±	<2	2.25±	16.76±
	0.23	0.09	0.47	0.19	0.04	9.1	1.97	1.18	0.16		0.09	0.54
GASKİ 2	170.2±	0.01±	6.9±	7.3±	1.2±	422.2±	<6.25	6.1±	1.85±	<2	1.84±	2.21±
	3.01	0.07	0.06	0.16	0.24	3.76		0.21	0.06		0.56	0.22
Düzce Merkez	226.6±	<5	15.5±	31.3±	<20	82.8±	<6.25	46.8±	1.23±	<2	2.63±	1.45±
	10.15		4.29	0.88		25.79		27.82	0.26		0.29	0.21
Akçakoca	865.5±	<5	41.3±	52.8±	<20	147.1±	5.2±	251.6±	2.48±	<2	3.41±	1.74±
	5.34		13.7	5.38		16.79	0.84	10.95	0.14		0.95	0.27
Bafra-Samsun	177.5±	1.5±	8.2±	51.1±	5.2±	232.3±	1.7±	26.4±	1.27±	<2	2.09±	1.34±
	0.63	0.06	0.12	0.39	0.11	4.57	1.13	0.26	0.05		0.26	0.15

Tablo 7.14 (devam) :Yaz Dönemi Eluat Ağır Metal Değerleri, µg/L

Numunenin Alındığı Tesis	YAZ DÖNEMİ ELUATTA AĞIR METAL DEĞERLERİ µg/L											
	Ba	Cd	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	Zn	As	Hg	Se	Sb
19 Mayıs-Samsun	88.8±	2.1±	9.9±	25.8±	<20	100.9±	0.8±	18.7±	1.88±	<2	2.60±	1.42±
	1.25	0.03	0.13	0.36		3.62	0.36	0.12	0.19		0.55	0.10
KASKİ	50.9±	16.8±	176.5±	184.8±	<20	1654±	62.6±	885.3±	59.15±	<2	2.03±	15.52±
	1.62	1.98	8.16	0.6		8.6	1.21	16.84	0.48		0.33	0.19
Yozgat	25.1±	4.4±	32.3±	46.4±	<20	189.8±	<6.25	117.9±	10.34±	<2	1.89±	2.86±
	4.3	2.01	10.46	7.34		25.84		25.7	0.20		0.21	0.17
Karamürsel-Kocaeli	170.1±	7.2±	33.8±	68.2±	<20	122.5±	<6.25	136.1±	8.70±	<2	1.82±	2.52±
	5.1	3.08	7.69	2.79		23.17		12.47	0.07		0.19	0.12
Nevşehir	312.1±	17.4±	77.9±	420.1±	<20	267±	67.1±	1317±	152.2±	<2	2.13±	5.48±
	5.89	2.18	3.88	4.55		2.85	0.63	12.7	2.71		0.18	0.06
Erzincan	142.2±	0.8±	13.6±	31.3±	194.9±	844.5±	7.7±	89.8±	16.56±	<2	2.57±	13.47±
	3.87	0.04	0.18	0.17	1.65	3.31	0.61	0.33	0.30		0.60	0.19
Seyhan-Adana	49.1±	6.9±	19.3±	121.5±	<20	437.6±	22.5±	497.2±	93.01±	<2	2.61±	30.84±
	6.24	3.86	5.19	2.58		21.3	0.31	7.78	1.00		0.28	0.74
MESKİ-Mersin	100.8±	5.3±	19.5±	95±	<20	241.3±	12.9±	332.5±	86.01±	0.94±	2.08±	24.09±
	4.8	2.08	12.9	4.3		18.51	0.52	12	2.01	0.1	0.28	0.23
Tatlar-Ankara	14.1±	1.6±	13.8±	13.9±	6.5±	873.4±	1.9±	71.2±	6.94±	<2	2.59±	2.93±
	0.17	0.05	0.05	0.19	0.07	9.32	1.27	1.10	1.00		0.25	0.39
Çiğli-İzmir	49.8±	34.4±	195.4±	151.2±	<20	1382±	37.2±	1405±	331.3±	0.94±	2.43±	10.02±
	6.12	4.51	4.44	0.85		39.8	1.18	13.3	11.99	0.03	0.12	0.14

Tablo 7.14 (devam) :Yaz Dönemi Eluat Ağır Metal Değerleri, µg/L

Numunenin Alındığı Tesis	YAZ DÖNEMİ ELUATTA AĞIR METAL DEĞERLERİ µg/L											
	Ba	Cd	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	Zn	As	Hg	Se	Sb
Foça-İzmir	151.3±	11±	5.4±	246.4±	49.9±	325.1±	10.9±	134.5±	86.28±	<2	2.50±	6.18±
	0.83	0.12	0.15	2.19	0.33	0.41	1.13	0.75	2.04		0.29	0.13
Siirt	25.6±	<5	21.7±	187.2±	<20	160±	33.2±	995.6±	66.62±	0.24±	4.31±	13.01±
	5.3		11.7	15.4		42.89	1.02	6.58	0.46	0.04	0.22	0.04
Denizli	34±	19.8±	27.7±	244.1±	<20	364.5±	15.7±	336.1±	419.7±	<2	2.27±	52.76±
	7.8	3.94	9.9	2.39		29.28	0.3	11.02	15.51		0.21	0.33
Manisa	31.4±	0.8±	112.1±	76.9±	52.7±	5295±	9.3±	636±	8.12±	<2	2.40±	8.36±
	0.35	0.04	0.73	0.33	0.14	79.4	1.21	2.73	0.14		0.13	0.16
Lara	13.9±	14.1±	40.9±	78.9±	<20	269.4±	<6.25	927.6±	62.66±	<2	3.11±	3.87±
	5.03	3.8	21	1.9		33.16		7.43	0.46		0.002	0.10
Van	28.1±	4.2±	11.9±	32.4±	4.6±	235.2±	<6.25	67±	28.02±	<2	2.07±	6.57±
	0.23	0.10	0.03	0.18	0.26	3.05		0.70	0.45		0.27	0.02
Kemer	16.6±	6.9±	34.5±	180.7±	<20	126.2±	4.7±	144.1±	8.40±	<2	2.63±	3.58±
	5.08	2.79	3.9	0.57		19.52	0.68	10.61	0.23		0.10	0.14
Şanlıurfa	101.6±	<5	<5	53.5±	33.1±	193.2±	<6.25	60.2±	6.68±	<2	5.17±	6.88±
	2.94			1.77	2.27	6.63		3.06	0.28		0.32	0.24
İzmir Güneybatı	111.1±	16.1±	14.6±	45.4±	<20	137.8±	<6.25	181.9±	18.57±	<2	2.33±	3.52±
	3.38	4.12	8.76	0.76		19.05		10.54	0.28		0.05	0.18

1. Kış Dönemi Numuneleri Eluatta Ağır Metal Analizleri

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik- EK/2B'ye göre Değerlendirme

26 Mart 2010 tarih ve 27533 nolu Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiş olan “Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik”te EK-2B’de verilen “Tehlikesiz Atıkların Düzenli Depolanabilme Kriterleri” uyarınca, II. sınıf düzenli depolama tesisi: Belediye atıkları ile tehlikesiz atıkların depolanması için gereken altyapıya sahip tesislerde depolanması hali için değerlendirildiğinde, Kış döneminde, çamur keki örnekleme yapılan tüm tesisler için eluatta ölçülen ağır metal konsantrasyonları birkaç değer haricinde yönetmelikte EK-2B’de verilen sınır değerlerin altında kalmaktadır.

Çamur keki örneklerinden hazırlanan eluatta ölçülen Ba değerlerinin örnekleme yapılan tesislerin tümünde sınır değer olan 10 mg/L değerinin altında olduğu belirlenmiştir.

Örnekleme yapılan tesislerde Cd değerleri bir tesis haricinde 0.1 mg/L olan sınır değerinin altında belirlenmiştir. 0.119 mg/L olarak ölçülen bu değer KASKİ çamur keki örneğine aittir.

Cr değerlerinin tüm tesisler için sınır değer olan 1 mg/L değerinin altında kaldığı görülmüştür.

Cu değerleri tüm tesisler için sınır değer olan 5 mg/L değerinin altında bulunmuştur.

Mo değerlerinin tüm tesisler için 1 mg/L olan sınır değerinin altında kaldığı belirlenmiştir.

Örnekleme yapılan tesislerde Ni değerleri 2 tesis için 1 mg/L olan sınır değerinin üstünde belirlenmiştir. Sınır değerini aştığı tesislerde ölçülen değerler 4.014 mg/L (KASKİ) ve 1.321mg/L (Seyhan-Adana)’dır.

Pb değerlerinin örnekleme yapılan tüm tesislerde 1 mg/L olan sınır değerinin altında kaldığı belirlenmiştir. Ölçülen en yüksek değer 0.097 mg/L(KASKİ)’dir.

Zn değerlerinin tüm tesislerde sınır değer olan 5 mg/L değerinin altında kaldığı görülmüştür. Ölçülen en yüksek değer 2.121mg/L (Kullar-Kocaeli)’dir.

As değerlerinin 2 tesis haricinde sınır değer olan 0.2 mg/L değerinin altında kaldığı; diğer tesislerde ise 0.001 mg/L (GASKİ 2) ile 0.143 mg/L arasında değiştiği belirlenmiştir. Sınır değeri aşan tesisler en yüksek 0.565 mg/L (KASKİ) ve 0.271 mg/L (Düzce-Merkez)’dir.

Hg değerleri tüm tesisler için sınır değer olan 0.02 mg/L değerinin altında belirlenmiştir.

Se değerlerinin örnekleme yapılan tüm tesislerde 0.05 mg/L olan sınır değerinin altında kaldığı belirlenmiştir. KASKİ için 0.019 mg/L ve Yozgat için 0.013 mg/L değerleri ölçülmüştür.

Sb değerleri tüm tesisler için sınır değer olan 0.07 mg/L değerinin altında belirlenmiştir.

Kış Dönemi numunelerinde örnekleme yapılan tesisler içerisinde sadece 3 tesis (Düzce-Merkez, KASKİ, Seyhan-Adana) haricinde eluatta ölçülen tüm ağır metal içerikleri yönetmelikte EK 2-B’de verilen sınır değerlerin altında kalmaktadır. 2 tesis için (Düzce-Merkez ve Seyhan-Adana) birer parametrede (As ve Ni); 1 tesis için (KASKİ) üç parametrede (Cd, Ni ve As) sınır değerlerin aşıldığı görülmektedir.

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik- EK/2A’ya göre Değerlendirme

26 Mart 2010 tarih ve 27533 nolu Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiş olan “Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik”te EK-2A’da “Atık Kabul Kriterleri” çerçevesinde değerlendirildiğinde, Kış döneminde, çamur keki örnekleme yapılan tüm tesisler için eluatta ölçülen Ba, Hg ve Sb dışındaki ağır metaller için yönetmelikte verilen sınır değerlerin bir veya birkaç parametrede aşıldığı görülmektedir.

Örnekleme yapılan tesislerde Ba değerleri 18 tesis için < 0.01 mg/L olarak belirlenmiş; diğer tesislerde ise 0.002 mg/L ile 0.318 mg/L arasında bulunmuştur. Hg değerleri tüm tesisler için <0.005 mg/L, Sb değerleri 18 tesis için <0.01 mg/L, diğer tesisler için 0.013 mg/L ile 0.023 mg/L arasında belirlenmiştir.

As değerlerinin 10 tesis haricinde sınır değer olan 0.05 mg/L değerinin altında kaldığı; diğer tesislerde ise sınır değere çok yakın olan 0.054 mg/L (Akçakoca) ile en yüksek 0.565 mg/L (KASKİ) arasında değiştiği görülmüştür.

Örnekleme yapılan tesislerde Cd değerleri 12 tesis için 0.004 mg/L olan sınır değerinin altında belirlenmiş; diğer 14 tesiste ise 0.005 mg/L ile en yüksek 0.119 mg/L (KASKİ) arasında bulunmuştur.

Cr değerlerinin 4 tesis (BUSKİ, GASKİ-1, Manisa ve Van) haricinde sınır değer olan 0.05 mg/L değerinin altında kaldığı görülmüştür. Sınır değerinin üzerinde kalan Manisa ve Van’da 0.071 mg/L, GASKİ-1’de 0.115 ve en yüksek değer olarak da BUSKİ için 0.248 mg/L değeri bulunmuştur.

Cu değerlerinin 3 tesis (KASKİ, Foça-İzmir ve Manisa) haricinde sınır değer olan 0.2 mg/L değerinin altında kaldığı görülmüştür. Bu tesislerde sırasıyla 0.253 mg/L, 0.849 mg/L ve 0.479 mg/L değerleri belirlenmiştir.

Mo değerlerinin örnekleme yapılan 5 tesis haricinde 0.05 mg/L olan sınır değerinin altında kaldığı belirlenmiştir. Sınır değerinin aşıldığı tesisler Kullar-Kocaeli, KASKİ, Foça-İzmir, Manisa ve Van olup; ölçülen değerler 0.088 mg/L ile 0.274 mg/L arasında değişmiştir.

Örnekleme yapılan tesislerde Ni değerleri 8 tesis için 0.04 mg/L olan sınır değerinin altında belirlenmiş; diğer tesislerde ise 0.065 mg/L ile en yüksek 4.014 mg/L (KASKİ) arasında bulunmuştur.

Pb değerlerinin örnekleme yapılan 1 tesis haricinde 0.05 mg/L olan sınır değerinin altında kaldığı belirlenmiştir. Sınır değerini aştığı tek tesis olan KASKİ için bu değer sınır değerinin biraz üzerinde 0.097 mg/L olarak ölçülmüştür.

Se değerlerinin örnekleme yapılan tüm tesislerden 2 tesis (KASKİ ve Yozgat) haricinde 0.01 mg/L olan sınır değerinin altında kaldığı belirlenmiştir. KASKİ için 0.019 mg/L ve Yozgat için 0.013 mg/L değerleri ölçülmüştür.

Zn değerlerinin 7 tesis (BUSKİ, Kullar-Kocaeli, GASKİ-1, KASKİ, MESKİ-Mersin, Denizli ve Van) haricinde sınır değeri olan 0.4 mg/L değerinin altında kaldığı görülmüştür. Sınır değerinin üzerinde kalan tesisler için ölçülen Zn değerleri, 0.195 mg/L ile 2.121 mg/L arasında ölçülmüştür.

Kış Dönemi numunelerinde örnekleme yapılan tesisler içerisinde sadece 2 tesis (Bafra-Samsun ve 19 Mayıs-Samsun) için eluatta ölçülen tüm ağır metal içerikleri yönetmelikte verilen sınır değerlerinin altında kalmaktadır. 6 tesis için (GASKİ-2, Düzce-Merkez, Yozgat, Karamürsel-Kocaeli, Erzincan ve Antalya-Kemer) birer parametre; 5 tesis için (Bahçeşehir-İstanbul, Akçakoca, MESKİ-Mersin, Nevşehir ve Tatlar-Ankara) ikişer parametrede; 6 tesis için (Malatya, Elazığ, GASKİ-1, Seyhan-Adana, Çiğli-İzmir ve Foça-İzmir) üç parametrede; 3 tesis için (Kullar-Kocaeli, Denizli ve Manisa) dört parametrede; 1 tesis (Van) beş parametrede ve 1 tesis (KASKİ) için sekiz parametrede sınır değerlerini aştığı görülmektedir.

Bafra-Samsun ve 19 Mayıs-Samsun tesislerine ait orijinal çamur numunelerinde de tüm parametrelerin yönetmelik sınır değerlerinin altında kaldığı belirlenmiştir. Bu tesisler kentsel AAT'leri olmasına rağmen hem orijinal çamur kekinde hem de eluata geçen çözünmüş ağır metal içerikleri itibarıyla sınır değerleri sağlamaktadır.

Sadece birer parametre için sınır değerini aştığı tesislerden kentsel AAT olan GASKİ-2 ve Düzce-Merkez orijinal çamur keki numunelerinde tüm parametreler açısından sınır değerleri sağlamakla birlikte, GASKİ-2 eluatta Ni parametresi (0.172 mg/L) ve Düzce-Merkez Asparametresi (0.0271 mg/L) itibarıyla sınır değerleri geçmektedir. Evsel AAT olan Yozgat, Karamürsel-Kocaeli ve Antalya-Kemer orijinal çamur keki numunelerinde tüm parametreler açısından sınır değerleri sağlamakla birlikte, eluatta Yozgat için Se parametresi 0.013 mg/L; Karamürsel-Kocaeli'de Cd parametresi 0.005 mg/L sınır değere çok yakın bir değerde ve

Antalya-Kemer için Ni parametresi (0.121 mg/L) olarak belirlenmiştir. Evsel AAT olan Erzincanorijinal çamur keki numunesinde sadece Ni parametresi (304.8 mg/kg) ile aşıl原因 sınır değerin eluatta benzer şekilde Ni parametresi (0.084 mg/L) ile aşıldığı görülmektedir.

2. Yaz Dönemi Numuneleri Eluatta Ağır Metal Analizleri

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik- EK/2B'ye göre Değerlendirme

26 Mart 2010 tarih ve 27533 nolu Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiş olan “Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik”te EK-2B’de verilen “Tehlikesiz Atıkların Düzenli Depolanabilme Kriterleri” uyarınca, II. sınıf düzenli depolama tesisi: Belediye atıkları ile tehlikesiz atıkların depolanması için gereken altyapıya sahip tesislerde depolanması hali için değerlendirildiğinde, Yaz döneminde, çamur keki örnekleme yapılan tüm tesisler için eluatta ölçülen ağır metal konsantrasyonları birkaç değer haricinde yönetmelikte EK-2B’de verilen sınır değerlerin altında kalmaktadır.

Örnekleme yapılan tüm tesislerde Ba değerleri sınır değer olan 10 mg/L değerinin altında kalmıştır.

Cd değerleri tüm tesislerde 0.1 mg/L olan sınır değerinin altında belirlenmiştir. Örnekleme yapılan tesislerde Cd değerleri 0.005 mg/L ile en yüksek 0.034 mg/L (Çiğli-İzmir) arasında bulunmuştur.

Cr değerlerinin tüm tesisler için sınır değer olan 1 mg/L değerinin altında kaldığı görülmüştür. En düşük 0.065 mg/L (Elazığ) ve en yüksek değer olarak da 0.195 mg/L değeri (Çiğli-İzmir) ölçülmüştür.

Cu değerlerinin tüm tesislerde sınır değer olan 5 mg/L değerinin altında kaldığı görülmüştür. En yüksek değerler sırasıyla 0.383 mg/L (Elazığ), 0.420 mg/L (Nevşehir), 0.246 mg/L (Çiğli-İzmir) ve 0.244 mg/L (Denizli) olarak belirlenmiştir.

Mo değerlerinin örnekleme yapılan tüm tesislerde 1 mg/L olan sınır değerinin altında kaldığı belirlenmiştir. Ölçülen en yüksek değerler sırasıyla 0.195 mg/L(Erzincan), 0.050 mg/L (Foça-İzmir) ile 0.053 mg/L (Manisa) tesislerine aittir.

Örnekleme yapılan tesislerin dördünde; GASKİ 1 (1.067 mg/L), KASKİ (1.654 mg/L), Çiğli (1.382 mg/L) ve Manisa (5.295 mg/L) Ni değerleri sınır değer olan 1 mg/L'nin altında belirlenmiştir.

Pb değerlerinin örnekleme yapılan tüm tesisler için 1 mg/L olan sınır değerinin altında kaldığı belirlenmiştir. Ölçülen en yüksek değerler KASKİ için 0.063 mg/L ve Nevşehir için 0.067 mg/L'dir.

Zn değerlerinin tüm tesisler için sınır değer olan 5 mg/L değerinin altında kaldığı görülmüştür. Ölçülen en yüksek Zn değerleri sırasıyla 0.885 mg/L (KASKİ), 0.0497 mg/L (Seyhan-Adana), 1.405 mg/L (Çiğli-İzmir), 0.996 mg/L (Siirt), 0.636 mg/L (Manisa) ve 0.928mg/L (Antalya-Lara)'dır.

As değerlerinin 2 tesis haricinde sınır değer olan 0.2 mg/L değerinin altında kaldığı; ölçülen değerlerin 0.001 mg/L ile en yüksek 0.331 mg/L (Çiğli-İzmir) ve 0.420 mg/L (Denizli) arasında değiştiği görülmüştür.

Hg değerleri tüm tesisler için 0.02 mg/Lsınır değerinin altında olduğu belirlenmiştir.

Se değerlerinin örnekleme yapılan tüm tesisler 0.05 mg/L olan sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir. Se için ölçülen değerler 0.002 mg/L ile 0.005 mg/L arasında kalmıştır.

Sb değerlerinin örnekleme yapılan tüm tesisler 0.07 mg/L olan sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir. Se için ölçülen değerler 0.002 mg/L ile 0.05 mg/L arasında kalmıştır.

Yaz Dönemi numunelerinde, örnekleme yapılan tesislerin çoğunluğunda eluatta ölçülen tüm ağır metaller için yönetmelikte EK-2B'de verilen sınır değerler sağlanmaktadır. Sınır değerleri aşan tüm tesisler Kentsel atıksu arıtma tesisleridir. Ni değerleri sadece 4 tesis için (GASKİ 1 (1.067 mg/L), KASKİ (1.654 mg/L), Çiğli (1.382 mg/L) ve Manisa (5.295 mg/L)) sınır değer olan 1 mg/L sınır değerini aşmaktadır. As değerlerinin 2 tesis (0.331 mg/L (Çiğli) ve 0.420 mg/L (Denizli)) sınır değer olan 0.2 mg/L değerini aşmaktadır.

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik- EK/2A'ya göre Değerlendirme

26 Mart 2010 tarih ve 27533 nolu Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiş olan "Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik"te EK-2A'da "Atık Kabul Kriterleri" çerçevesinde değerlendirildiğinde, Yaz Döneminde, çamur keki örnekleme yapılan tüm tesisler için eluatta ölçülen Ba ve Se dışındaki ağır metaller için yönetmelikte verilen sınır değerlerin bir veya birkaç parametrede aşıldığı görülmektedir.

Örnekleme yapılan tesislerde Ba değerleri 0.014 mg/L ile 0.416 mg/L arasında değişmiştir. Se değerleri tüm tesisler 0.002 mg/L ile 0.005 mg/L arasında belirlenmiştir.

As değerlerinin 10 tesis haricinde sınır değer olan 0.05 mg/L değerinin altında kaldığı; diğer tesislerde ise 0.059 mg/L ile en yüksek 0.420 mg/L (Denizli) arasında değiştiği görülmüştür.

Örnekleme yapılan tesislerde Cd değerleri 7 tesis için 0.004 mg/L olan sınır değerinin altında belirlenmiş; diğer 21 tesiste ise 0.005 mg/L ile en yüksek 0.034 mg/L (Çiğli-İzmir) arasında bulunmuştur.

Cr değerlerinin 7 tesis (BUSKİ, Elazığ, GASKİ-1, KASKİ, Nevşehir, Çiğli-İzmir ve Manisa) haricinde sınır değer olan 0.05 mg/L değerinin altında kaldığı görülmüştür. Sınır değerinin üzerinde kalan tesislerde en düşük 0.065 mg/L (Elazığ) ve en yüksek değer olarak da 0.195 mg/L değeri (Çiğli-İzmir) ölçülmüştür.

Cu değerlerinin 4 tesis (Elazığ, Nevşehir, Foça-İzmir ve Denizli) haricinde sınır değer olan 0.2 mg/L değerinin altında kaldığı görülmüştür. Bu tesislerde sırasıyla 0.383 mg/L, 0.420 mg/L, 0.246 mg/L ve 0.244 mg/L değerleri belirlenmiştir.

Mo değerlerinin örnekleme yapılan 3 tesis (Erzincan, Foça-İzmir ve Manisa) haricinde 0.05 mg/L olan sınır değerinin altında kaldığı belirlenmiştir. Sınır değerinin aşıldığı ölçülen değerler sırasıyla 0.195 mg/L, 0.050 mg/L ile 0.053 mg/L arasında değişmiştir. Foça-İzmir ve Manisa örneklerinde ölçülen değerlerin sınır değere çok yakın olduğu belirlenmiştir.

Örnekleme yapılan tesislerde Ni değerleri tüm tesisler için 0.04 mg/L olan sınır değerinin üzerindedir. Ölçülen değerler; en düşük 0.082 mg/L (Düzce-Merkez) ile en yüksek 5.295 mg/L (Manisa) arasında bulunmuştur.

Pb değerlerinin örnekleme yapılan 2 tesis (KASKİ ve Nevşehir) haricinde 0.05 mg/L olan sınır değerinin altında kaldığı belirlenmiştir. Sınır değerinin çok az aşıldığı bu tesislerden KASKİ için 0.063 mg/L ve Nevşehir için 0.067 mg/L olarak ölçülmüştür.

Se değerlerinin örnekleme yapılan tüm tesisler 0.01 mg/L olan sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir. Se için ölçülen değerler 0.02 mg/L ile 0.05 mg/L arasında kalmıştır.

Zn değerlerinin 6 tesis (KASKİ, Seyhan-Adana, Çiğli-İzmir, Siirt, Manisa ve Antalya-Lara) haricinde sınır değer olan 0.4 mg/L değerinin altında kaldığı görülmüştür. Sınır değerinin üzerinde kalan bu tesisler için ölçülen Zn değerleri sırasıyla 0.885 mg/L, 0.0497 mg/L, 1.405 mg/L, 0.996 mg/L, 0.636 mg/L ve 0.928 mg/L olarak ölçülmüştür.

Hg değerleri tüm tesisler için <0.005 mg/L sınır değerinin altında olduğu belirlenmiştir.

Yaz Dönemi numunelerinde, örnekleme yapılan tüm tesisler için eluatta ölçülen tüm ağır metaller için yönetmelikte verilen sınır değerlerinin altında kalan tesis bulunmamaktadır. 5 tesis için (Malatya, GASKİ-2, Bafra-Samsun, 19 Mayıs-Samsun, Tatlar-Ankara) birer parametre; 9 tesis için (Bahçeşehir-İstanbul, Kullar-Kocaeli, Akçakoca, Düzce-Merkez, Yozgat,

Karamürsel-Kocaeli, Kemer, Şanlıurfa ve İzmir-Güneybatı) ikişer parametrede; 3 tesis için (GASKİ-1, Erzincan, Van) üç parametrede; 4 tesis için (BUSKİ-Bursa, MESKİ-Mersin, Siirt, Antalya-Lara) dört parametrede; 3 tesis (Seyhan-Adana, Denizli ve Manisa) beş parametrede ve 5 tesis (Elazığ, KASKİ, Nevşehir ve Çiğli-İzmir, Foça-İzmir) için altı parametrede sınır değerlerin aşıldığı görülmektedir.

Eluatta ölçülen değerler ile orijinal çamur keki numunelerinde belirlenen ağır metal içerikleri karşılaştırıldığında; orijinal çamur kekinde tüm parametreler itibariyle yönetmelik sınır değerlerini sağlayan Malatya, GASKİ-2, Bafra-Samsun, 19 Mayıs-Samsun, Tatlar-Ankara AAT, eluatta sadece birer parametre ile yönetmelik değerlerini aşmaktadır. Bu tesislerden Malatya ve GASKİ-2 AAT'leri evsel nitelikli atıksuları arıtırken; Bafra-Samsun, 19 Mayıs-Samsun ve Tatlar-Ankara AAT ise kentsel atıksuları arıtmaktadır.

Eluatta ölçülen ağır metal içerikleri açısından sadece iki parametre ile yönetmelik sınır değerlerinin aşıldığı 9 tesisten Bahçeşehir-İstanbul, Akçakoca, Düzce-Merkez, Yozgat, Karamürsel-Kocaeli, Kemer, Şanlıurfa tesislerine ait orijinal çamur keki örneklerinin tüm ağır metal içerikleri yönetmelik sınır değerleri içinde kalmaktadır. Ancak, Kullar-Kocaeli ve İzmir-Güneybatı tesisleri Zn parametresi itibariyle sınır değeri aşmaktadır. Bu tesislerden Düzce-Merkez AAT dışındaki tüm tesisler evsel AAT'leridir.

Eluatta sadece üç parametrede sınır değerlerin aşıldığı GASKİ-1, Erzincan, Van tesislerinin orijinal çamur keki örneklerine bakıldığında GASKİ-1 ve Van tesislerinin tüm parametrelerde sınır değerleri sağladığı; Erzincan'da ise sadece Ni parametresi itibariyle sınır değerin aşıldığı görülmektedir. Bu tesislerden sadece GASKİ-1 kentsel AAT, diğerleri ise evsel AAT'leridir.

Yaz Dönemi orijinal çamur keki örneklerinde sadece Zn parametresi sınır değerlerin üzerinde olan BUSKİ-Bursa ve Antalya-Lara tesislerinde eluatta dört parametrede sınır değerler aşılmaktadır. Eluatta aynı sayıda sınır değerlerin aşıldığı MESKİ-Mersin ve Siirt orijinal çamur keki örneklerinde ise tüm parametreler itibariyle sınır değerlerin altında kalmaktadır. Bu tesislerden Buski-Bursa kentsel AAT olup, diğerleri evsel AAT'leridir.

Eluat örneklerinde beş parametre itibariyle sınır değerleri aşan Seyhan-Adana, Denizli ve Manisa tesislerinin orijinal çamur keki örneklerine bakıldığında, sadece Manisa için dört parametrede sınır değerler aşılmakta; diğerleri ise tüm parametreler itibariyle yönetmelik değerlerini sağlamaktadır. Bu tesislerin hepsi kentsel AAT'leridir.

Eluatta sınır değerleri altı parametre ile aşan tesisler olan Elazığ, KASKİ, Nevşehir, Çiğli-İzmir ve Foça-İzmir tesislerinin orijinal çamur keki örneklerine bakıldığında sadece Foça AAT

için Cu parametresi itibariyle sınır değerin aşıldığı görülmektedir. Bu tesislerden Elazığ, KASKİ ve Çiğli-İzmirkentsel AAT'leri olup, Foça-İzmirve Nevşehir evsel AAT'leridir.

Kış Dönemi ve Yaz Dönemi sonuçları karşılaştırıldığında, Kış Dönemi örneklemeinde eluatta sekiz parametre için sınır değeri aşan KASKİ'nin, Yaz Döneminde de altı parametre ile sınır değeri üzerinde olduğu görülmektedir. Kış Döneminde eluatta beş parametre ile sınır değeri aşıldığı Van, Yaz Dönemi örneklemeinde de üç parametre ile sınır değeri aşmıştır.

Dört parametre ile Kış Dönemi numunelerinde eluatta sınır değeri aşıldığı tesislerden Kullar-Kocaeli, yazın sadece iki parametre ile sınır değeri aşmaktadır. Diğer tesislerden Denizli ve Manisa ise yaz dönemi örneklemeinde beşer parametrede yönetmelik değeri sağlamamaktadır.

Tablo 7.15 : Çamur keki ve eluat numunelerinde ilgili yönetmelik III. sınıf depolama tesisleri için verilen sınır değerlere göre ağır metal parametresinde sınır değerleri aşan tesisler ve sınır değerleri aşan ağır metaller

Bölge	AAT Tipi*	Tesis Adı	Çamur keki		Eluat	
			Kış	Yaz	Kış	Yaz
Akdeniz	K	Seyhan-Adana			Cd, Ni, As	Cd, Ni, Zn, As, Sb
Akdeniz	E	MESKİ-Mersin			Ni, Zn	Cd, Ni, As, Sb
Akdeniz	E	Antalya-Lara		Cr	Ni	Cd, Ni, Zn, As
Akdeniz	E	Antalya-Kemer			Ni	Cd, Ni
Doğu Anadolu	E	Malatya			Cd, Ni	Ni
Doğu Anadolu	K	Elazığ			Cd, Ni	Cd, Cr, Cu, Ni, As, Sb
Doğu Anadolu	E	Erzincan	Ni	Ni	Ni	Mo, Ni, Sb
Doğu Anadolu	E	Van			Cd, Cr, Mo, Ni, Zn	Cd, Ni, Sb
Ege	K	Çiğli-İzmir			Cd, Ni, As	Cd, Cr, Ni, Zn, As, Sb
Ege	E	Foça-İzmir	Cu	Cu	Cu, Mo, As	Cd, Cu, Mo, Ni, As, Sb
Ege	K	Denizli			Cd, Ni, Zn, As	Cd, Cu, Ni, As, Sb
Ege	K	Manisa	Cu, Ni, Zn	Cr, Cu, Ni, Zn	Cr, Cu, Mo, Ni	Cr, Mo, Ni, Zn, Sb
Ege	E	İzmir Güneybatı	---	Zn	---	Cd, Ni
Güneydoğu A.	K	GASKİ 1	Cr		Cd, Cr, Ni	Cr, Ni, Sb
Güneydoğu A.	E	GASKİ 2			Ni	Ni
Güneydoğu A.	E	Siirt			Ni	Ni, Zn, As, Sb
Güneydoğu A.	E	Şanlıurfa	---		---	Ni, Sb
İç Anadolu	K	KASKİ	Cd		Cd, Cu, Mo, Ni, Pb, Zn, As, Se	Cd, Cr, Ni, Pb, Zn, As, Sb
İç Anadolu	E	Yozgat			Se	Cd, Ni
İç Anadolu	E	Nevşehir			Cd, As	Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, As
İç Anadolu	K	Tatlar-Ankara			Ni, As	Ni
Karadeniz	K	Düzce Merkez			As	Ni
Karadeniz	E	Akçakoca			Cd, As	Ni
Karadeniz	K	Bafra-Samsun				Ni
Karadeniz	K	19 Mayıs-Samsun				Ni

Tablo 7.15 (devam) : Çamur keki ve eluat numunelerinde ilgili yönetmelik III. sınıf depolama tesisleri için verilen sınır değerlere göre ağır metal parametresinde sınır değerleri aşan tesisler ve sınır değerleri aşan ağır metaller

Bölge	AAT Tipi*	Tesis Adı	Çamur keki		Eluat	
			Kış	Yaz	Kış	Yaz
Marmara	E	Bahçeşehir-İstanbul			Cd, Ni	Cd, Ni
Marmara	K	BUSKİ-Bursa	Zn	Zn	Cd, Cr, Ni, Zn, As	Cd, Cr, Ni, Sb
Marmara	E	Kullar-Kocaeli	Zn	Zn	Cd, Mo, Ni, Zn	Cd, Ni
Marmara	E	Karamürsel-Kocaeli			Cd	Cd, Ni

* K: Kentsel, E: Evsel

Tablo 7.16 : Çamur keki ve eluat numunelerinde ilgili yönetmelik II. sınıf depolama tesisleri için verilen sınır değerlere göre ağır metal parametresinde sınır değerleri aşan tesisler ve sınır değerleri aşan ağır metaller

Bölge	AAT Tipi*	Tesis Adı	Çamur keki		Eluat	
			Kış	Yaz	Kış	Yaz
Akdeniz	K	Seyhan-Adana			Ni	
Akdeniz	E	MESKİ-Mersin				
Akdeniz	E	Antalya-Lara		Cr		
Akdeniz	E	Antalya-Kemer				
Doğu Anadolu	E	Malatya				
Doğu Anadolu	K	Elazığ				
Doğu Anadolu	E	Erzincan	Ni	Ni		
Doğu Anadolu	E	Van				
Ege	K	Çiğli-İzmir				Ni, As
Ege	E	Foça-İzmir	Cu	Cu		
Ege	K	Denizli				As
Ege	K	Manisa	Cu, Ni, Zn	Cr, Cu, Ni, Zn		Ni
Ege	E	İzmir Güneybatı	---	Zn		
Güneydoğu A.	K	GASKİ 1	Cr			Ni
Güneydoğu A.	E	GASKİ 2				
Güneydoğu A.	E	Siirt				
Güneydoğu A.	E	Şanlıurfa	---		---	
İç Anadolu	K	KASKİ	Cd		Cd, Ni, As	Ni
İç Anadolu	E	Yozgat				
İç Anadolu	E	Nevşehir				
İç Anadolu	K	Tatlar-Ankara				
Karadeniz	K	Düzce Merkez			As	
Karadeniz	E	Akçakoca				
Karadeniz	K	Bafra-Samsun				
Karadeniz	K	19 Mayıs-Samsun				
Marmara	E	Bahçeşehir-İstanbul				
Marmara	K	BUSKİ-Bursa	Zn	Zn		
Marmara	E	Kullar-Kocaeli	Zn	Zn		
Marmara	E	Karamürsel-Kocaeli				

* K: Kentsel, E: Evsel

7.1.2. ODTÜ Grubu Tarafından Yapılan Çalışmalar

Yakmaya ilişkin analizlerin sonuçları bu gelişme raporunda 11. iş paketinde detaylı olarak tartışıldığı ve değerlendirildiği için tekrardan kaçınmak amacı ile bu iş paketi kapsamında sadece analizi yapılan PCB ve nonil fenollere ilişkin ölçüm sonuçları verilmekte ve değerlendirilmektedir. Isıl değer, elemental analiz, XRF analizi vb. ölçümler üzerine yapılan değerlendirmeler 11. iş paketi kapsamında takip edilebilir.

Arıtma Çamurlarının PCB Analizleri ve Değerlendirmesi

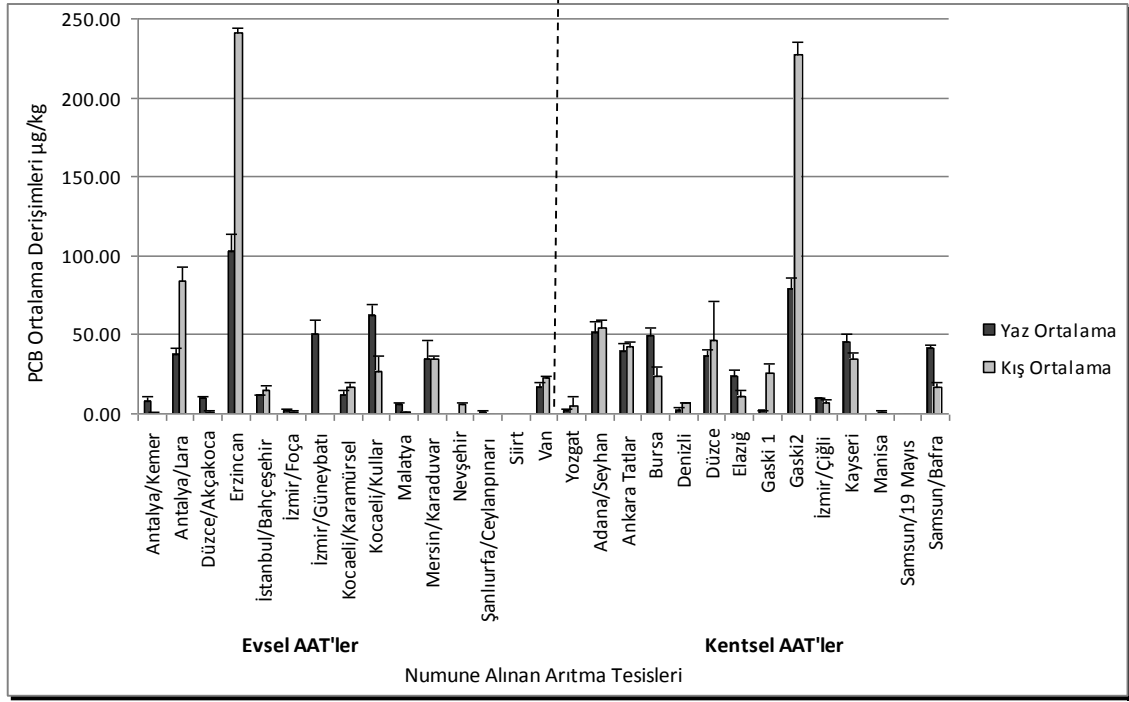
3 Ağustos 2010 tarihinde yürürlüğe girmiş olan Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik kapsamında arıtma çamurlarında analizi istenen PCBler; 28, 52, 101, 118, 138, 153 ve 180 sayılı poliklorlu bifenil bileşiklerinin toplamlarından oluşmaktadır. Yönetmelik arıtma çamurlarında bu toplamın 0,8 mg/kg (800 µg/kg) kuru madde sınır değerini geçmemesi gerektiğini belirtmektedir (Tablo Ek I-C). Yedinci iş paketi kapsamında, seçilen tesislerden alınan çamur keki numunelerinde PCBler (Yönetmelikte belirtilen yedi bileşik olarak) kış ve yaz örnekleri olarak ölçülmüş ve üç tekrarlamalı ölçümlerden elde edilen sonuçların ortalaması ve standart sapması da verilerek Şekil 7.14'te özetlenmiştir. Şekilde verilen sonuçlar, anket verileri ve yerinde yapılan gezilerde belirlenen evsel/kentsel kategorilerine göre sınıflandırılmış, her kategori alfabetik olarak sıralanmıştır.

Genel değerlendirme yapıldığında, AAT çamurlarındaki PCB derişimlerinin ND (ölçüm sınırının altında) ile 241,5 µg/kg kuru madde aralığında değiştiğini, tüm numuneler için ortalama ve dağılımın $30,0 \pm 46,3$, medyan değer ise 15,9 µg/kg kuru madde olduğu görülmektedir. Şekilden de görüleceği üzere, çalışma kapsamında incelenen atıksu arıtma tesislerinin çamurlarından hiçbiri Yönetmelik Ek I-C tablosundaki sınır değeri aşmamaktadır.

Yaz ve kış numunelerinin genel değerlendirmesi yapıldığında, yaz aylarında ölçümü gerçekleştirilen numunelerde PCB derişimlerinin ND (ölçüm sınırının altında) ile 102,31 µg/kg kuru madde aralığında değiştiği, ortalama ve dağılımın $25,4 \pm 26,9$, medyan değer ise 12,2 µg/kg kuru madde olduğu görülmektedir. Kış aylarında ölçümü gerçekleştirilen numunelerde ise PCB derişimlerinin 0,03 ile 241,5 µg/kg kuru madde aralığında değiştiği, ortalama ve dağılımın $35,2 \pm 60,8$, medyan değer ise 16,7 µg/kg kuru madde olduğu görülmektedir.

Şekil incelendiğinde en yüksek PCB derişimlerinin, kış ayında alınan numunelerden Erzincan ve GASKİ-2 AAT çamurlarına ait olduğu görülmektedir. PCB analiz sonuçlarının, tesislere yapılan ziyaretler ve doldurulan anketlerdeki bilgiler, arıtma tesisi ile sonuçlanan kanalizasyona deşarj yapan endüstriler, bu atıksuların arıtma durumu ve sızıntı suyunun tesise gelme durumu

ile büyük oranda paralellik gösterdiği anlaşılmıştır. Bu bilgilere göre, GASKİ-2 tesisinin göreceli yüksek PCB derişiminin, arıtılmadan kabul edilen endüstriyel atıksular kaynaklı olduğu anlaşılmaktadır. Erzincan AAT ile yapılan görüşmelerde ise tesise sızıntı suyunun zaman zaman verilmekte olduğu öğrenilmiştir. Sızıntı suyunun, atık depolama alanına atılmış ve PCB içerebilecek atıklar dolayısıyla PCBler için bir kaynak teşkil edebileceği düşünülmektedir.



Şekil 7.14 : Kış ve Yaz Dönemi Çamur Örneklerinin Kuru Bazda PCB Sonuçları

Şekilde PCB sonuçları evsel ve kentsel tesisler için ayrı olarak gösterilmiştir. Toplam PCB derişimleri incelendiğinde, genel anlamda çok ciddi farklar gözlenmemekle birlikte, kentsel arıtma çamurlarındaki PCB derişimlerinin evsel arıtma çamurlarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum ortalama ve medyan PCB derişimlerinde de kendini göstermektedir. Evsel tesisler için yaz ve kış numuneleri birlikte düşünüldüğünde toplam PCB derişimleri ortalaması (Erzincan tesisi veriseti dışında tutulduğunda) $16,4 \pm 21,2$, medyan değer ise $8,6$ $\mu\text{g}/\text{kg}$ kuru madde olduğu görülmektedir. Kentsel tesisler içinse bu değerler $33,8 \pm 44,9$ ve medyan değer $24,7$ $\mu\text{g}/\text{kg}$ kuru maddedir. Sonuçlar, evsel tesis derişimlerine oranla kentsel AAT'lerde beklentiler doğrultusunda daha yüksektir.

AAT çamurlarındaki PCBlerin kaynakları, atmosferden yağmur ile çökme ve suya karışma, havzadan toplanan yağmur/kar suyu, istemli veya istemsiz olarak PCB içeren yağların kanalizasyona dökülmesi (ör. trafo yağları) olarak sayılabilir. Dünyanın çeşitli ülkelerinde PCBlerin üretim ve kullanımı farklı yıllarda yasaklanmıştır. Ancak, PCB içeren yağların ve

ekipmanların kullanımı halen sürmekte ve bunların açılarak yağlarının açığa çıkması, kullanılmayan veya arızalı ekipmanların uygunsuz koşullarda depolanarak yağ akıtması gibi sebeplerle PCBler ortaya çıkmakta ve hatta şehir kanalizasyonlarına karışabilmektedir (Stevens, 2003). PCBler Türkiye’de üretilmemişlerdir. PCBlerin ithali ve açık uygulamalarda kullanımları 1996 yılında yasaklanmış, ancak halen PCB içeren ekipmanların kullanılmakta olduğu veya bertaraf edilmek üzere depolandığı bilinmektedir.

Elde edilen sonuçlar literatürde verilen arıtma çamurlarındaki PCB derişimleri ile karşılaştırmalı olarak incelendiğinde, Türkiye’deki seviyelerin Avrupa seviyeleri ile karşılaştırılabilir veya daha düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Dünyada arıtma çamurlarında PCB derişimlerinin incelenmesi 1970’li yılların sonlarında başlamıştır. O dönemde ABD’de arıtma çamurlarında, çok yüksek derişimde PCBler içeren yağların bilinçsizce kanalizasyona deşarjı dolayısıyla çok yüksek PCB derişimleri gözlenebilirken (Bergh ve Peoples, 1977), 21. yüzyılda ABD ve Avrupa’da arıtma çamurlarındaki PCB derişimleri onlar veya yüzler (ng/g kuru ağırlık) mertebesine düşmüştür (McGrath v.d., 2000, Bright ve Healey, 2003, Katsoyiannis ve Samara, 2004, Abad v.d., 2005). Clarke ve diğeri tarafından 2010 yılında yayınlanan derlemede dünyadaki arıtma çamurlarında PCB derişimlerinin 765.000 ila 58 ng/g arasında değıştiğı belirtilmiştir. Burada vurgulanması gereken, 1970’lerden bugüne arıtma çamurlarındaki PCB miktarlarının ciddi bir düşüş sergilemesidir. Bunun en önemli sebepleri, ülkelerin Stockholm Sözleşmesi ile de birlikte PCBlerin kalıcı ve toksik özellikleri konusunda bilinçlenmesi, bu kimyasalları içeren ekipmanların kullanımdan kaldırılması ve PCBli yağların ve ekipmanların bertarafının büyük oranda tamamlanmış olmasıdır.

Çamurlarda Nonil Fenol Bileşiklerinin Analizi ve Değerlendirmesi

Nonil fenol (poli)etoksilatlar (NPnEO) iyonik olmayan deterjanlar grubunda yer alan ve güçlü deterjan özellikleri nedeniyle yaygın günlük kullanıma sahip kimyasallardır. Deterjan olarak kullanımlarının yanı sıra, leke çıkarıcı, cilt nemlendiricisi, saç boyası, şampuan, deodorant gibi sadece evsel ağırlıklı pek çok kullanıma ve endüstriyel temizleyici, boya, koruyucu kaplama malzemesi ve yağ giderici olarak da yoğun endüstriyel kullanıma sahiptirler. Bu nedenle hem evsel hem de endüstriyel atıksular aracılığı ile atıksu arıtma tesislerine taşınırlar.

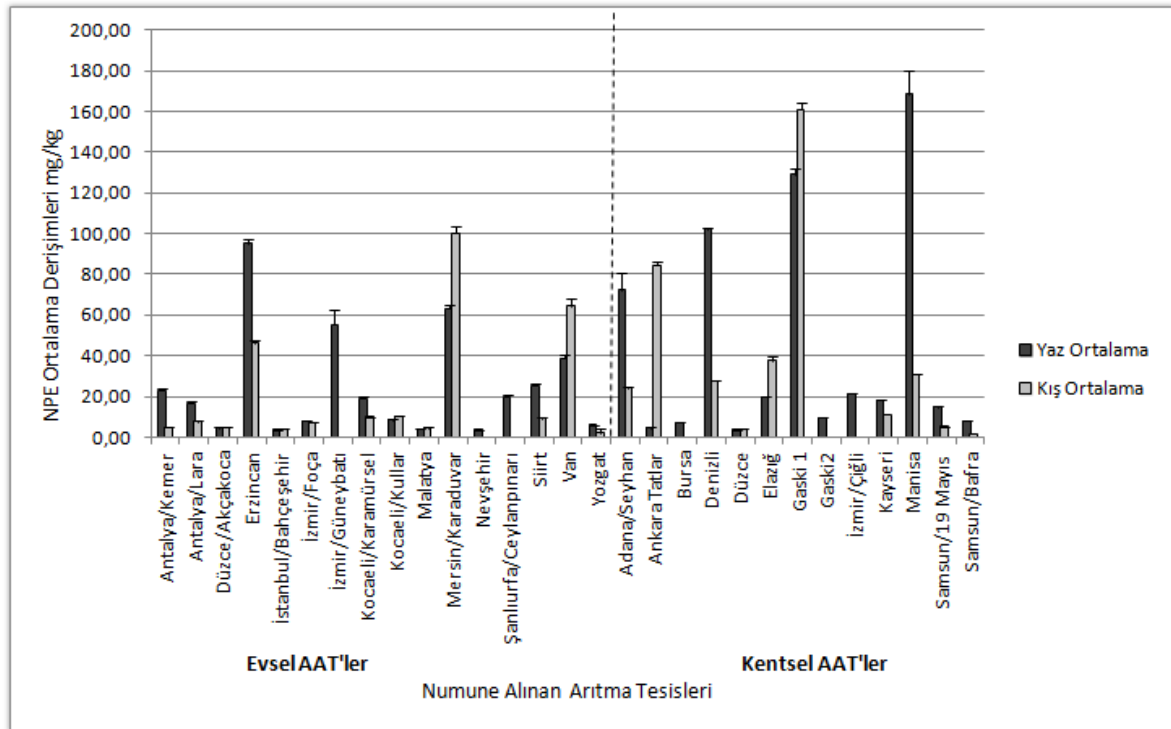
Nonil fenoller, doğal hormonlara olan yapısal benzerlikleri ve onların davranışını taklit edebilmeleri sebebi ile endokrin yapısını bozucu kimyasallar listesinde yer almaktadır (Warhurst, 1995; La Guardia v.d. 2004). Nonil fenol, dişi cinsiyet karakteristiğinin gelişimini ve devamını sağlayan Östradiol hormonuna yapısal olarak yüksek bir benzerliğe sahiptir.

Ayrıca lipofilik, hidrofobik ve toksik özellikleri nedeniyle dikkati çeken nonil fenolik bileşiklerinin ortalama log Kow değerleri 4,2 ile 4,48 arasında değişmektedir. Bu özellikleri ile bu kimyasalların hücre ve doku yapılarında ve arıtma çamuru gibi organik içerikli sistemlerde birikme potansiyelleri çok yüksektir. Doğada ve atıksu arıtımında mikrobiyal parçalanma reaksiyonları ile NPnEO, sahip olduğu etoksilatlarını sırası ile düşürerek NP2EO (nonil fenol 2 etoksilat), NP1EO (nonil fenol 1 etoksilat) ve NP'ye (nonil fenol) kadar inmektedir. İlk dönüşüm reaksiyonları genellikle kolay gerçekleştiği ve hızlı olduğu için bu kimyasallar hakkındaki endişeler ve dolayısı ile de yapılan çalışmalar NP2EO, NP1EO ve NP üzerine yoğunlaşmıştır (Environment Canada, 2001).

Yukarıda bahsedilen sebeplerle nonil fenol bileşikleri son yıllarda yönetmeliklerde yer almaya başlamıştır. Atıksu arıtımı sürecinde NPnEO'lar parçalanarak NP1EO, NP2EO ve NP'ye dönüştükleri için yönetmeliklerde genelde NP, NP1EO ve NP2EO toplamı için sınır değerler konmuştur. Ülkemizde nonil fenol bileşikleri için (NPE=NP+NP1EO+NP2EO) arıtma çamurlarındaki sınır değer 3 Ağustos 2010 tarihli Eysel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanımına Dair Yönetmelik kapsamında (Tablo Ek 1-C) 50 mg/kg olarak yürürlüğe girmiştir. Arıtma çamurlarının tarımda kullanımına yönelik bu kimyasallar için bir sınır değer bulunmasına rağmen, 2010 yılından sonra belediyelerden arıtma çamurlarının toprakta kullanılmasına dair izin için başvuru olmaması nedeniyle nonilfenollerin arıtma çamurlarında olup olmadığı bu çalışmaya kadar raporlanmamıştır.

Proje çalışmaları kapsamında alınan kış ve yaz örneklerinde NP, NP1EO ve NP2EO konsantrasyonları ultrason yöntemi kullanılarak arıtma çamurlarından ekstrakt edilmiş ve silil türevlendirmesini takiben GC-MS (gaz kromatografi-kütle spektrometresi) cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Yönetmelikte geçen şekilde NPE (NP+NP1EO+NP2EO toplamları), incelenen tüm tesislerin kış ve yaz örnekleri için Şekil 11'de verilmektedir. Tüm tesislerden elde edilen NPE değeri irdelendiğinde kış örneklerinde ortalamanın 28,9 mg/kg medyan değerinin de 10,02 mg/kg olduğu görülmektedir. Kış örneklemede ölçülen en düşük değer 1,80 mg/kg olarak Bafra tesisinde gözlenirken, en yüksek değer 161,2 mg/kg olarak GASKİ-1 tesisinde gözlenmiştir. Yaz örneklerinde ise tüm tesisler bazında ortalama değer 33,6 mg/kg, medyan ise 18,2 mg/kg olmuştur. Ölçülen minimum konsantrasyon 3,48 mg/kg ile Nevşehir AAT'de, maksimum konsantrasyon ise 168,5 mg/kg ile Manisa AAT'de gözlenmiştir. Grafikte bazı tesislere ait veriler görülememektedir. Bunun nedeni miktarların, tayin değerlerinin altında kalması sebebi ile kimyasalların tayin edilememiş olmasıdır.

Sonuçlara yönetmelik kapsamında bakıldığında ise kış örneklemeğinde Mersin Karaduvar, Ankara Tatlar, Van ve GASKİ-1 AAT'den; yaz örneklemeğinde ise Denizli, İzmir Güneybatı, Mersin Karaduvar, Manisa, Adana Seyhan, Erzincan ve GASKİ-1 AAT'den alınan çamur örneklerinin sınır değeri aştığı görülmektedir. Verilerdeki yaz ve kış örnekleri arasında gözlenen ve ayrıca tesisten tesise de izlenen farklı konsantrasyonların iki önemli nedeni bulunmaktadır. Öncelikle nonil fenol bileşikleri hem evsel hem de endüstriyel kullanımları yaygın olan kimyasallardır. Bu bakımdan kentsel nitelikteki tesislerin çamurlarında yüksek konsantrasyonlarda gözlemlenir de (örneğin GASKİ-1, Denizli ve Manisa) evsel kullanımlarının da önemli olmasından dolayı evsel nitelikli tesislerde de yüksek konsantrasyonlarda ölçülebilmektedirler (örneğin Van ve Erzincan). Kullanımları çok yaygın olduğundan mevsimsel farklılıklara günlük ya da dönemsel kullanımlardaki farklılıkların da sebep olabildiği düşünülmektedir. Mevsimsel değişimler, yağışlı ya da kurak sezon farkları ve hava sıcaklığındaki farkların nonil fenollerin konsantrasyonları üzerinde önemli etkiler yaratabildikleri betirtilmiştir (Keller v.d. 2003; Loyo-Rosales v.d. 2007). Ayrıca yaz sezonu ölçümlerinin kış sezonu ölçümlerine kıyasla daha yüksek seyrettiği de neredeyse tüm tesislerde görülmektedir. Literatürde de benzer sonuçlar gözlenmiş ve bu durum, yazın hem kurak sezon olmasına (az yağış ve seyrelme), hem de banyo yapma ve çamaşır yıkama sıklığının artması sonucu daha fazla deterjan kullanımı olmasına bağlanmıştır (Lian, v.d. 2009).



Şekil 7.15 : Kış ve Yaz Dönemi Çamur Örneklerinin Kuru Bazda NPE Sonuçları

Bu tartışmalara ek olarak nonil fenol bileşikleri ile ilgili yapılan çalışmalar farklı bileşiklerin farklı çamur arıtım süreçlerinde farklı miktarlarda giderime uğradıklarını göstermektedir (Gonzalez v.d. 2010; LaGuardia v.d. 2001). Örneğin anaerobik çürütücü koşullarında NP'nin, NP2EO ve NP1EO'nun parçalanması sonucunda oluşarak çamurda yüksek konsantrasyonlarda gözlemlendiği; öte taraftan aerobik çürütme koşullarında ise NP yerine nonil fenolün asetik asit formları olduğundan NP konsantrasyonlarının yüksek seyretmediği belirtilmektedir. Bu koşullarda (aerobik çürütme) yönetmelikçe ölçülmesi gereken NPE (toplam konsantrasyon) de yüksek değerlerde izlenmemektedir (Knudsen v.d. 2000; Santos v.d. 2007). Yapılan ölçümler NPE'nin diğer iz organik kirleticilerden (örneğin PCB'ler) farklı nitelikte olduğunu ortaya koymuştur. Gerek evsel gerekse endüstriyel kullanımlar sonucu çamurda biriken NPE'ler tesislerden alınan hem kış hem de yaz örneklerinde yönetmelik sınırlarını sıklıkla aşabilmişlerdir.

7.2. Bölgesel Değerlendirme

Proje kapsamında seçilen tesislerin Bölgelere göre dağılımları Tablo 7.17'de verilmektedir.

Tablo 7.17 : Çamur Keki Örnekleme için Seçilen Tesislerin Bölgesel Dağılımı

Tesis No	Coğrafi Bölge	Tesis Adı	Evsel/Kentsel Arıtma Türü	Kullanılan Biyolojik Proses	Stabilizasyon Prosesi	Çamur Su Alma Prosesi
A-1	Akdeniz	Seyhan-Adana	Kentsel	KAÇ	Anaerobik st.	Belt press
A-2	Akdeniz	MESKİ-Mersin	Evsel	BNR	Anaerobik st.	Dekantör
A-3	Akdeniz	Lara	Evsel	A2O	Yok	Dekantör
A-4	Akdeniz	Kemer	Evsel	UHAÇ	Yok	Belt press
D-1	Doğu A.	Malatya	Evsel	UHAÇ	Kireç stab.	Belt press
D-2	Doğu A.	Elazığ	Kentsel	KAÇ	Yok	Belt press
D-3	Doğu A.	Erzincan	Evsel	KAÇ	Yok	Kurutma yatakları
D-4	Doğu A.	Van	Evsel	KAÇ	Aerobik st.	Belt press
E-1	Ege	Çiğli-İzmir	Kentsel	A2O	Kireç stab.	Dekantör
E-2	Ege	Foça-İzmir	Evsel	A2O	Yok	Dekantör
E-3	Ege	Denizli	Kentsel	KAÇ	Anaerobik st.	Belt press
E-4	Ege	Manisa	Kentsel	DF	Aerobik st.	Kurutma yatakları
E-5	Ege	İzmir Güneybatı	Evsel	A2O	Yok	Belt press
G-1	Güneydoğu A.	GASKİ 1	Kentsel	KAÇ	Anaerobik st.	Belt press

Tablo 7.17 (devam) : Çamur Keki Örnekleme için Seçilen Tesislerin Bölgesel Dağılımı

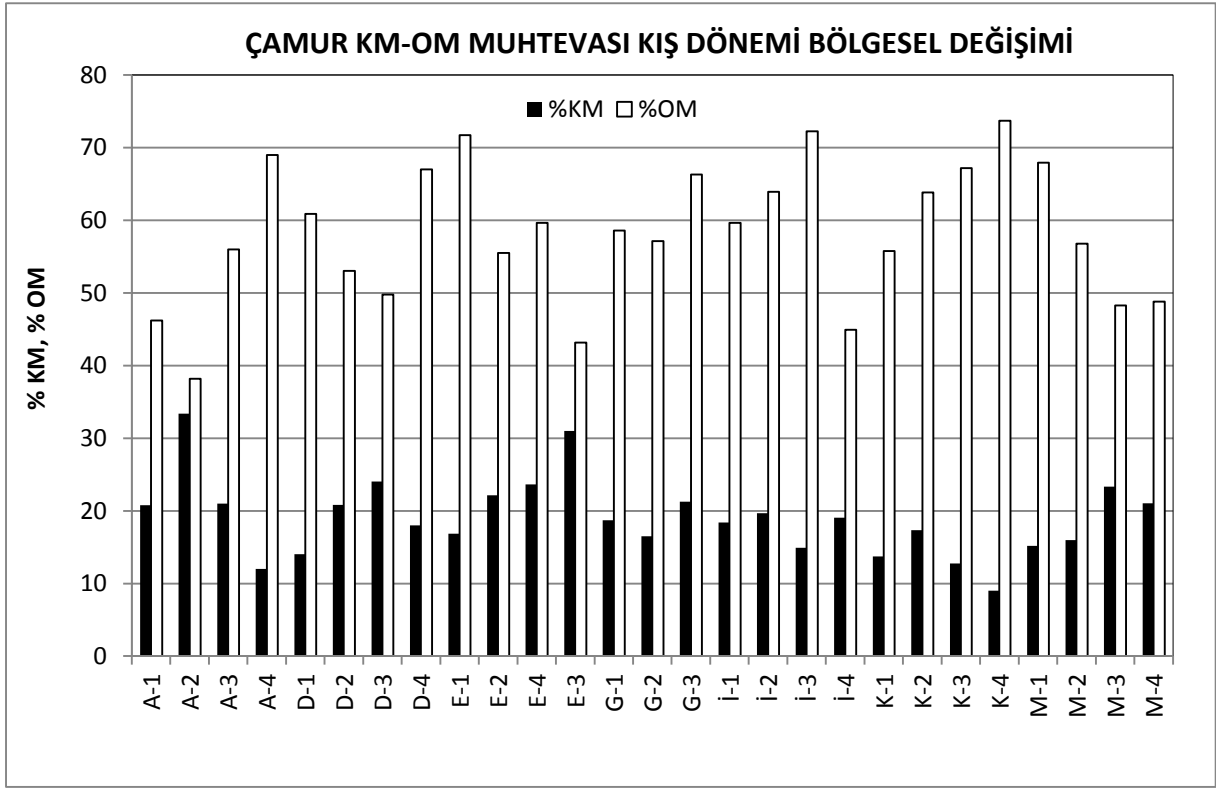
Tesis No	Coğrafi Bölge	Tesis Adı	Evsel/Kentsel Arıtma Türü	Kullanılan Biyolojik Proses	Stabilizasyon Prosesi	Çamur Su Alma Prosesi
G-2	Güneydoğu A.	GASKİ 2	Evsel	BARDENPHO	Yok	Dekantör
G-3	Güneydoğu A.	Siirt	Evsel	UHAÇ	Yok	Dekantör
G-4	Güneydoğu A.	Şanlıurfa	Evsel	SH	Yok	Kurutma yatakları
İ-1	İç Anadolu	KASKİ	Kentsel	A2O	Anaerobik st.	Belt press
İ-2	İç Anadolu	Yozgat	Evsel	KAÇ	Aerobik st.	Belt press
İ-3	İç Anadolu	Nevşehir	Evsel	UHAÇ	Yok	Belt press
İ-4	İç Anadolu	Tatlar-Ankara	Kentsel	KAÇ	Anaerobik st.	Belt press
K-1	Karadeniz	Düzce Merkez	Kentsel	UHAÇ	Aerobik st.	Belt press
K-2	Karadeniz	Akçakoca	Evsel	UHAÇ	Yok	Belt press
K-3	Karadeniz	Bafra-Samsun	Kentsel	UHAÇ	Aerobik st.	Belt press
K-4	Karadeniz	19 Mayıs-Samsun	Kentsel	A/O	Yok	Dekantör
M-1	Marmara	Bahçeşehir-İstanbul	Evsel	UHAÇ	Yok	Belt press
M-2	Marmara	BUSKİ-Bursa	Kentsel	BNR	Kireç stab.	Belt press
M-3	Marmara	Kullar-Kocaeli	Evsel	UHAÇ	Yok	Dekantör
M-4	Marmara	Karamürsel-Kocaeli	Evsel	UHAÇ	Yok	Belt press

7.2.1. DEÜ Grubu Tarafından Yürütülen Çalışmalar

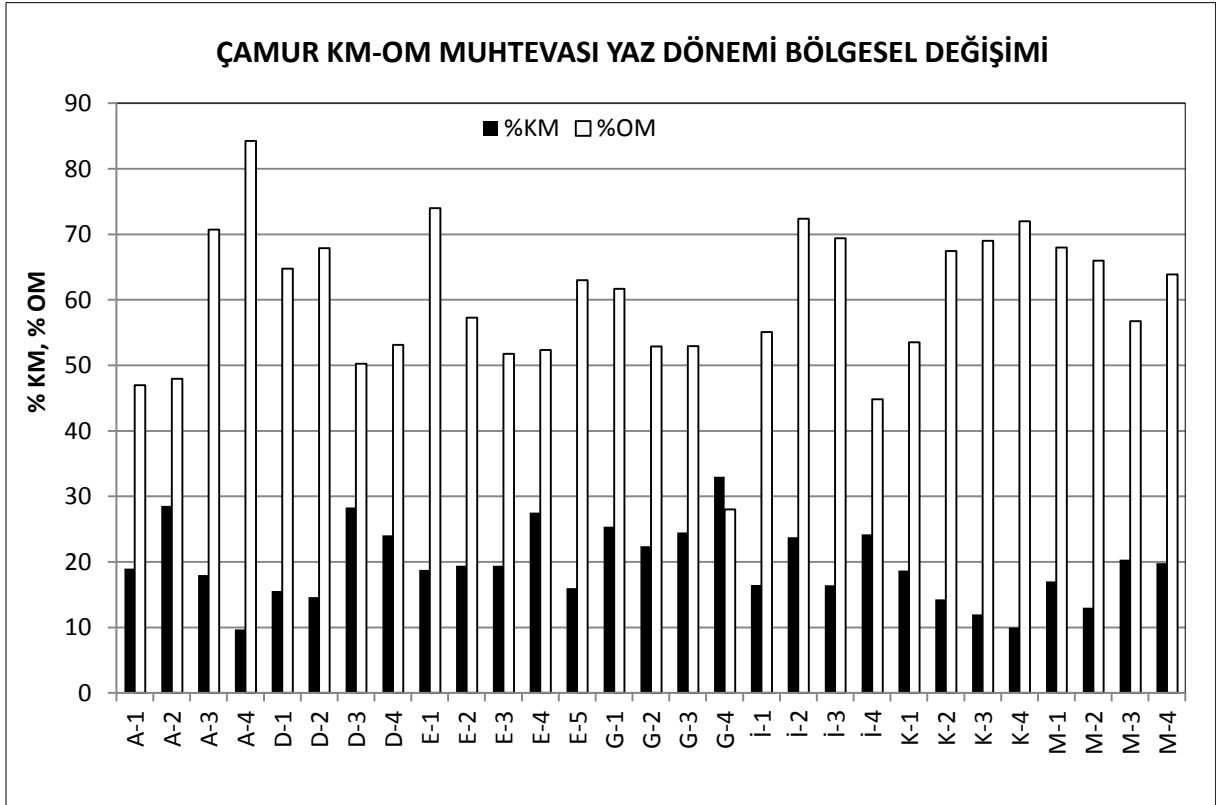
7.2.1.1. Orijinal Çamur Keki Örneklerinde Yapılan Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Toplam Katı Madde ve Organik Madde

Tablo 7.17’de verilen her bölgeyi temsilen seçilmiş olan evsel/kentsel atıksu arıtma tesislerinden, Kış ve Yaz döneminde alınan çamur keki örneklerinde yapılan katı madde ve organik madde analizlerinin bölgesel değişimi Şekil 7.16 ve Şekil 7.17’de verilmektedir. Kış ve Yaz dönemi çamur keki numunelerinde katı madde ve organik madde içerikleri itibarıyla bölgesel olarak belirgin bir farklılık olmadığı ve çamur keki katı madde içeriklerinin %9 ile %33 arasında değişen değerlerde olduğu; organik madde içeriklerinde %38 ile %84 arasında değiştiği belirlenmiştir.



Şekil 7.16 : Kış Dönemi İçin Çamur KM-OM Değerlerinin Bölgesel Değişimi



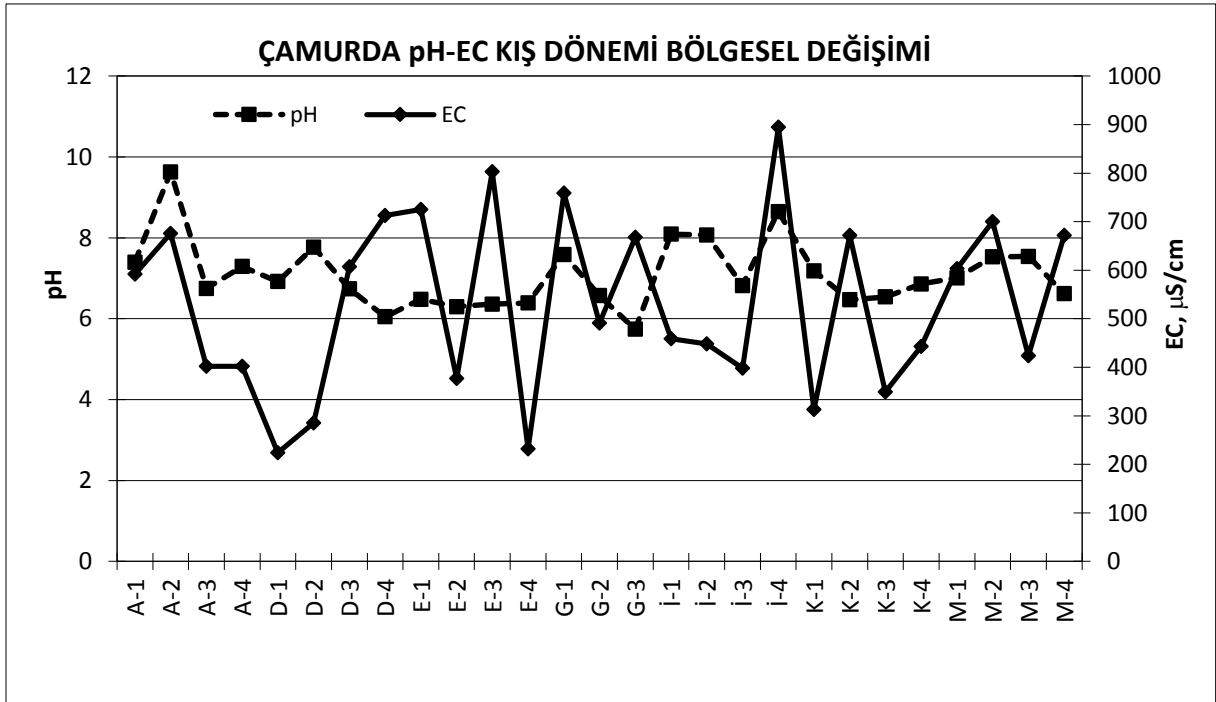
Şekil 7.17 : Yaz Dönemi İçin Çamur KM-OM Değerlerinin Bölgesel Değişimi

Çamur Keki pH ve Elektriksel İletkenlik

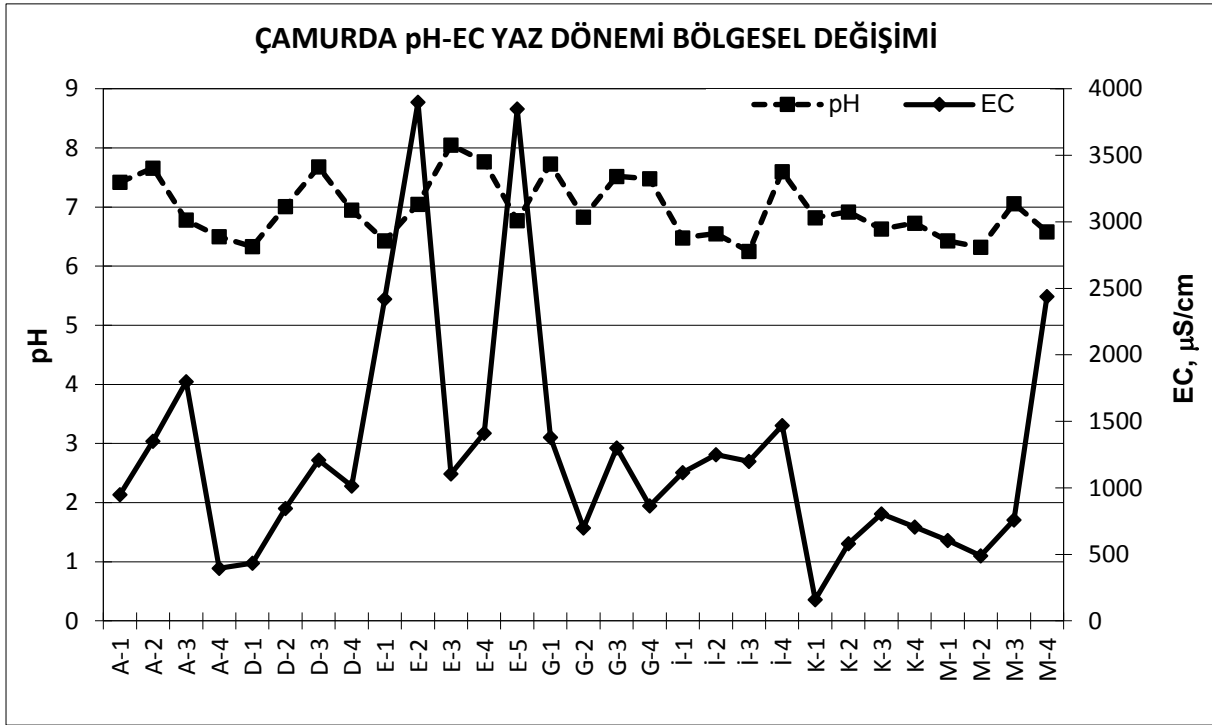
Orijinal çamur keki numunelerinin pH ve elektriksel iletkenlik değerlerinin bölgelere göre değişimi Şekil 7.18 ve Şekil 7.19’da verilmektedir. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, çamur keki numunelerinin pH değerlerinin nötral seviyelerde olduğu, bölgelere göre önemli salınımların olmadığı görülmektedir.

Elektriksel iletkenlik değerlerinde ise bölgesel değişimler incelendiğinde, Kış döneminde tüm bölgeler için çok önemli salınımlar olmadığı; Yaz döneminde ise özellikle Ege ve Marmara Bölgelerinde bulunan tesislerin elektriksel iletkenlik değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir.

Kış dönemi çamur keki örneklerinde ölçümlenen en yüksek değerler, Ankara Tatlar (895 $\mu\text{S}/\text{cm}$), Denizli (803 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ve GASKİ-1 (759 $\mu\text{S}/\text{cm}$) AAT’den alınan çamur keki örneklerine aittir. Bu tesisler İç Anadolu, İç Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri gibi kıyı alanlarından uzakta bulunan tesislerdir. Yaz dönemi çamur keki örneklerinde elektriksel iletkenlik değerlerinin 160-3900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında salınım gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 7.18 : Kış Dönemi İçin Çamur pH ve EC Değerlerinin Bölgesel Değişimi



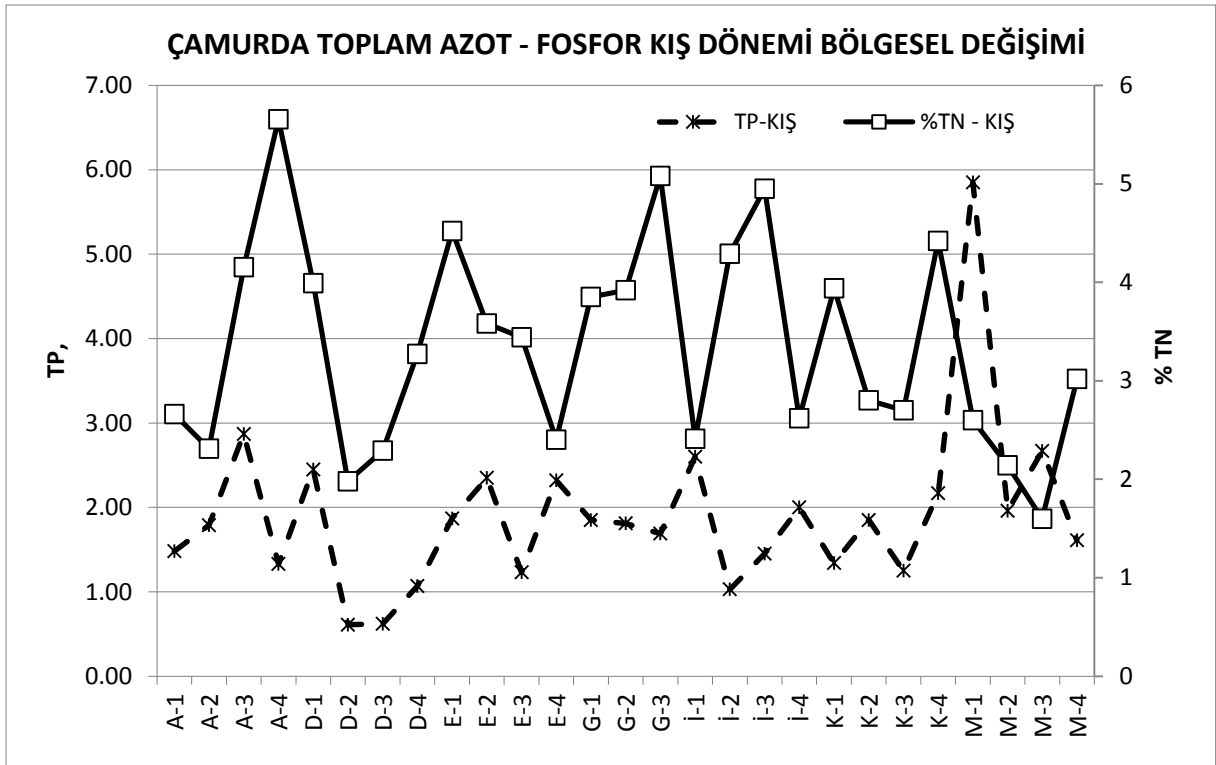
Şekil 7.19 : Yaz Dönemi İçin Çamur pH ve EC Değerlerinin Bölgesel Değişimi

Yaz döneminde en yüksek değerlerin ölçüldüğü tesisler Ege ve Marmara Bölgelerindeki kıyı alanlarında bulunan AAT'lerine aittir. Bu tesislerde 3900 µS/cm (Foça), 3850 µS/cm (Güneybatı) ve 2440 µS/cm (Karamürsel Kocaeli) değerleri ölçülmüştür. Kıyı bölgelerde yeralan bu tesislerde Yaz dönemi numunelerindeki elektriksel iletkenlik değerlerinin bu kadar yüksek olması, yaz döneminde aşırı su tüketimi nedeniyle yeraltısuyu seviyesinin düşmesi sonucu tuzlu su girişiminin olduğunun bir göstergesi olarak yorumlanabilir.

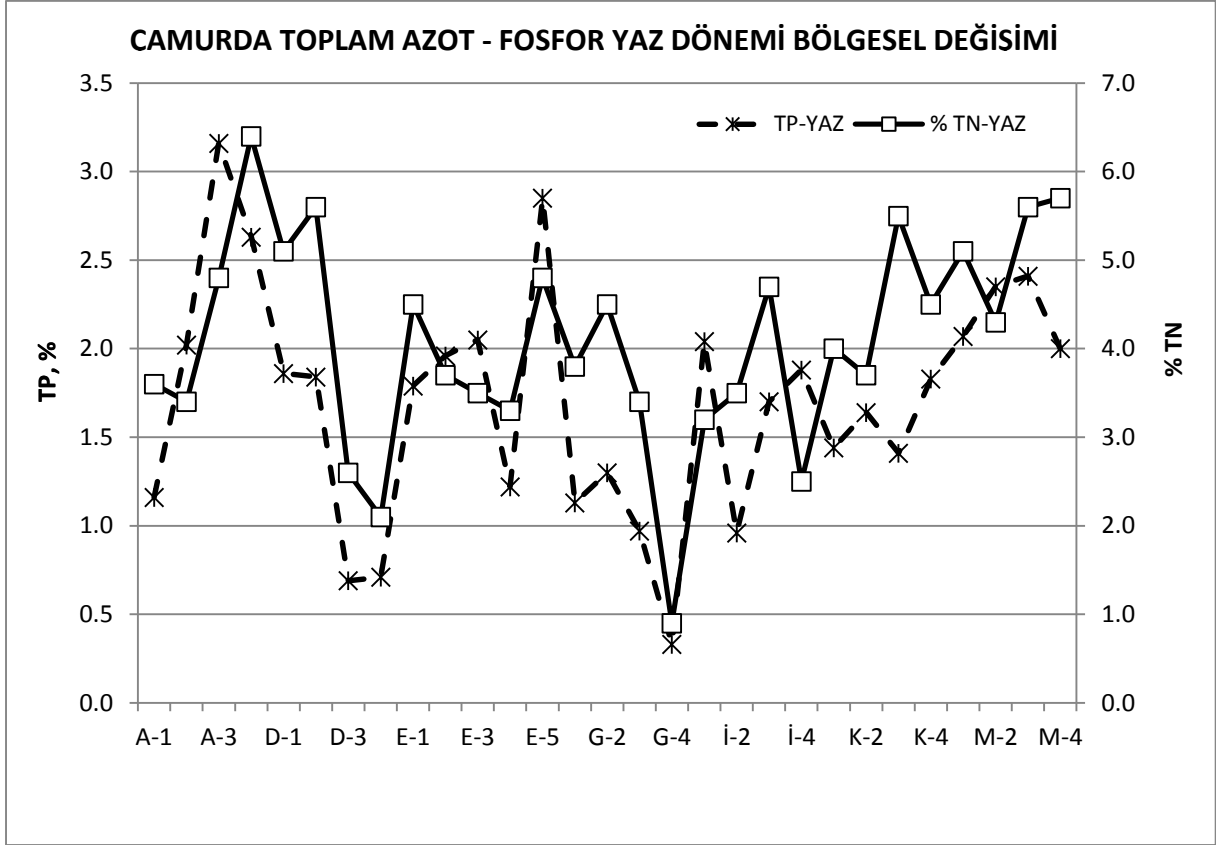
Çamur Keki Toplam Azot ve Toplam Fosfor

Seçilen tesislerden alınan orijinal çamur keki numunelerinin toplam azot ve fosfor içeriklerinin bölgesel değişimi Şekil 7.20 ve Şekil 7.21'te verilmiştir. Kış döneminde örnekleme yapılan tesislerde Akdeniz, Ege, İç Anadolu ve Karadeniz Bölgelerinde bulunan bazı tesislerde (Antalya-Kemer, İzmir-Çiğli, GASKİ2, Nevşehir ve 19 Mayıs) toplam azot değerlerinin diğer tesislere göre daha yüksek olduğu ve %3.92 ile % 5.6 arasında değiştiği görülmektedir. Yaz örneklerinde en yüksek değerlerin aynı tesislere ait olduğu ve Kış dönemine çok yakın değerlerde %4.5 ile % 6.4 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu tesislerden Antalya-Kemer, GASKİ2 ve Nevşehir evsel AAT; İzmir-Çiğli ve 19 Mayıs tesisleri ise kentsel AAT'leridir. Çamur keki örneklerinde toplam azot içeriğindeki değişimlerin bölgesel farklılıklardan ziyade AAT'lere gelen atıksu özelliğinden ve arıtma prosesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Orijinal çamur keki örneklerinin toplam fosfor içeriklerinin bölgesel değişimleri incelendiğinde; Kış döneminde en yüksek değerlerin %2.45 ile % 5.85 arasındaki değerlerde Antalya-Lara, Malatya, KASKİ ve Bahçeşehir tesislerinde ölçüldüğü görülmektedir. Bu tesislerden KASKİ kentsel AAT olup, diğerleri evse nitelikli atıksuları arıtmaktadır. Yaz örneklerinde de yine en yüksek değerler aynı tesisler olan Bahçeşehir(%5.85), Antalya-Lara(%3.16), BUSKİ-Bursa (%2.35) ve KASKİ (%2.04) tesislerine aittir. Çamur keki örneklerinde toplam fosfor içeriğindeki değişimlerin, toplam azot içerikleri değişimlerine benzer şekilde AAT'lerine gelen atıksu özelliğinden ve arıtma prosesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



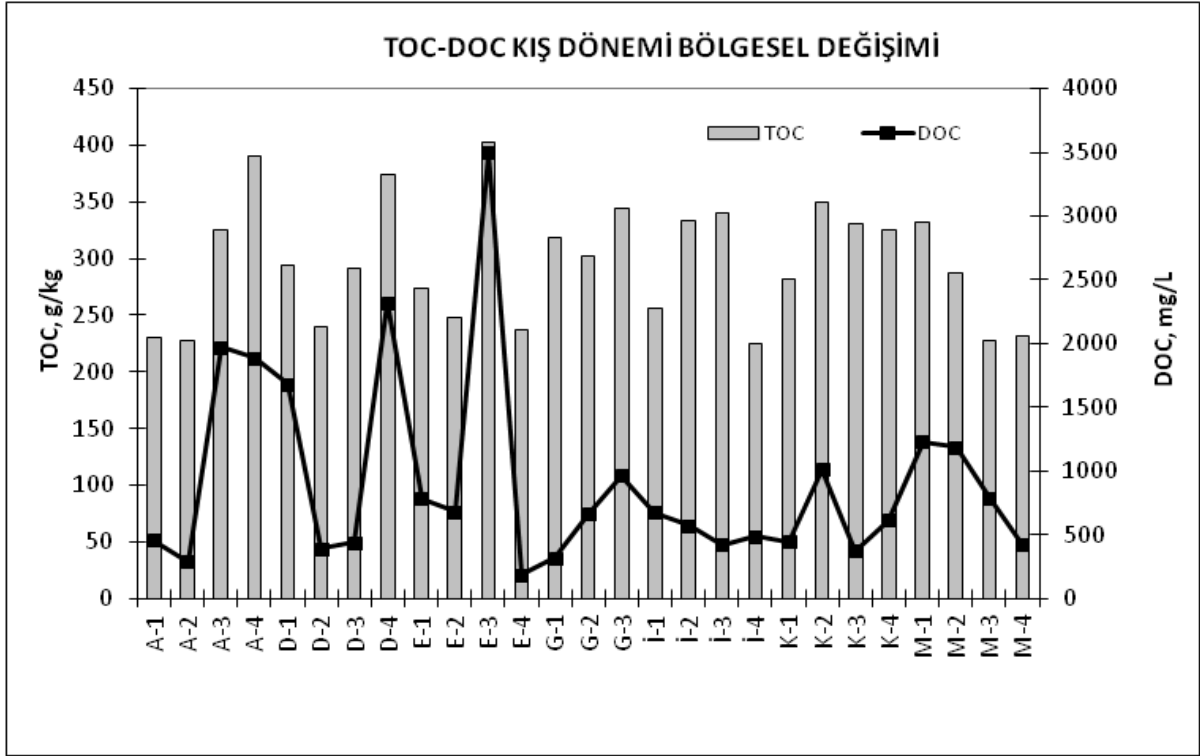
Şekil 7.20 : Kış Dönemi İçin Çamur Keki İçin Toplam N-P Değerlerinin Bölgesel Değişimi



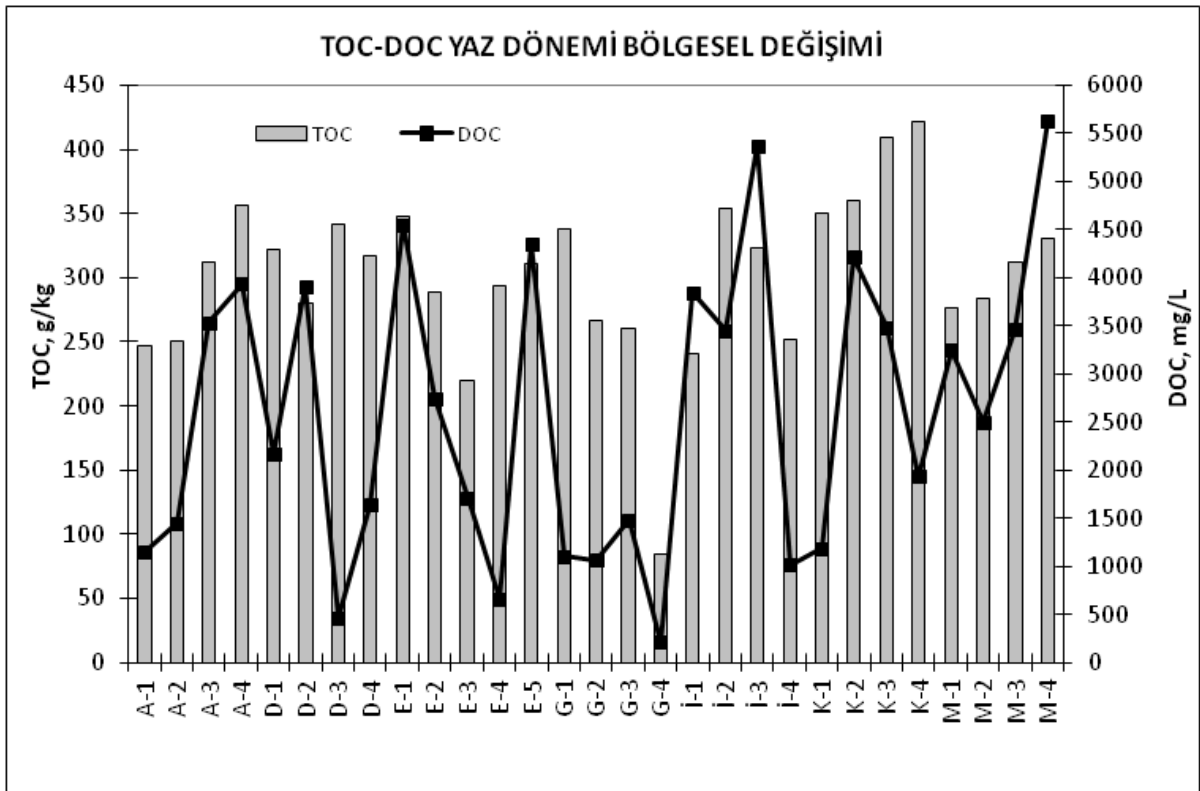
Şekil 7.21 : Yaz Dönemi İçin Çamur Kekiinde Toplam N-P Değerlerinin Bölgesel Değişimi

Toplam Organik Karbon

Kış ve Yaz mevsimlerini temsilen alınan çamur keki numunelerinin toplam organik karbon içeriklerinin bölgelere göre değişimi Şekil 7.22 ve Şekil 7.23’de verilmiştir. Kış dönemi ve Yaz dönemi örneklemelerinde bölgeler arasında önemli bir farklılık gözlenmemektedir. Örneklemeye yapılan tesislerde, Kış dönemini temsil eden numunelerde, toplam organik karbon değerlerinin 225 g/kg (Tatlar-Ankara) ile 403 g/kg (Denizli) arasında ortalama 300 g/kg civarında olduğu; Yaz örneklerinde ise, 85 g/kg (Şanlı Urfa) ile 422 g/kg (19 Mayıs-Samsun) arasında ortalama 250 g/kg civarında olduğu, belirlenmiştir. 26 Mart 2010 tarih ve 27533 nolu Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiş olan “Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik” EK-2B’de verilen “Tehlikesiz Atıkların Düzenli Depolanabilme Kriterleri” uyarınca, II. sınıf düzenli depolama tesisi: Belediye atıkları ile tehlikesiz atıkların depolanması için gereken altyapıya sahip tesislerde depolanması hali için değerlendirildiğinde, çamur keki örnekleme yapılan tüm tesisler için toplam organik karbon içeriklerinin yönetmelikte bu sınıftaki atıklar için verilen 50 g/kg değerinin çok üzerinde olduğu görülmektedir.



Şekil 7.22 : Kış Dönemi İçin TOC-DOC Değerlerinin Bölgesel Değişimi



Şekil 7.23 : Yaz Dönemi İçin TOC-DOC Değerlerinin Bölgesel Değişimi

Orijinal Çamur Keki Numunelerinde Ağır Metal Analizleri

Kış Döneminde alınan orijinal çamur keki numunelerinde yapılan ağır metal analizlerinin sonuçlarına göre, 6 tesis için (BUSKİ-Bursa, Kullar-Kocaeli, GASKİ-1, KASKİ, Erzincan, Foça) birer parametre; Manisa'da ise 3 parametrede sınır değerlerin aşıldığı görülmektedir. Bu tesislerin bölgelere göre dağılımına bakıldığında Marmara Bölgesi'nde 2 tesis, Doğu Anadolu Bölgesi'nde 2 tesis, Ege Bölgesi'nde 2 tesis ve İç Anadolu Bölgesi'nde bir tesis için sınır değerler aşılmaktadır.

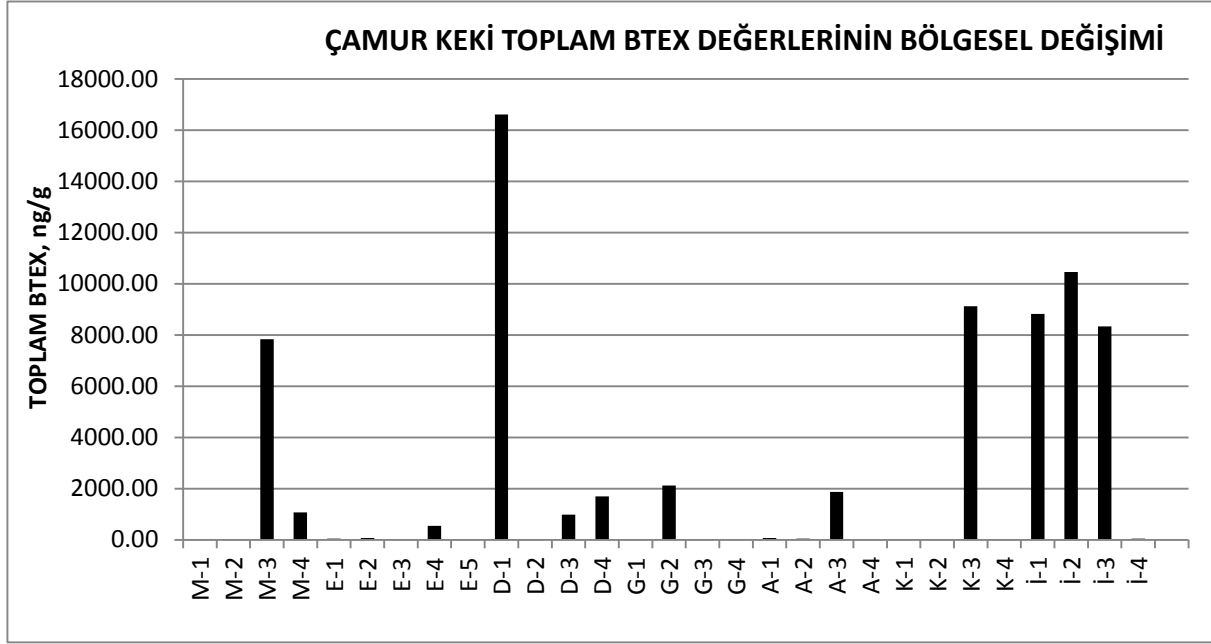
Yaz Dönemi orijinal çamur keki numunelerinin ağır metal analiz sonuçları dikkate alındığında ise, seçilen tesislerin 6 tanesinde (BUSKİ-Bursa, Kullar-Kocaeli, Erzincan, Foça, Antalya-Lara ve İzmir Güneybatı) birer parametre; Manisa'da ise 4 parametrede sınır değerlerin aşıldığı görülmektedir. Bu tesislerin bölgelere göre dağılımına bakıldığında, Marmara Bölgesi'nde 2 tesis, Doğu Anadolu Bölgesi'nde 1 tesis, Ege Bölgesi'nde 2 tesis ve Akdeniz Bölgesi'nde 1 tesisi için sınır değerler aşılmaktadır. Marmara, Ege ve İç Anadolu Bölgelerindeki bu tesisler yıl içinde Yaz ve Kış dönemi mevsimlik farklılık olmaksızın yönetmelik sınır değerlerinin aşıldığı tesislerdir. BUSKİ-Bursa, Kullar-Kocaeli ve Manisa AAT'leri kentsel; Erzincan, Foça, Antalya-Lara ve İzmir Güneybatı AAT'leri ise evsel AAT'lerdir. Endüstriyel atıksuların miktar ve özelliklerine bağlı olarak çamur keki örneklerinde belli ağır metaller için sınır değerlerin aşılması anlık ve/veya sürekli endüstriyel deşarjların etkisini göstermektedir. Ancak tamamen evsel nitelikli atıksuların arıtıldığı Erzincan, Foça, Antalya-Lara ve İzmir Güneybatı AAT'lerde oluşan çamurlarda Ni, Cu ve Zn parametrelerindeki sınır değerlerin aşılması, bu tesislere muhtemel anlık endüstriyel deşarjların veya sızıntı suyu girişinin olabileceğini düşündürmektedir.

Seçilen tesislerden alınan orijinal çamur keki numunelerinin ve bu çamur keki örnekleri kullanılarak hazırlanan eluatta ölçümlenen ağır metal konsantrasyonlarının mevzuatta verilen sınır değerlere göre karşılaştırılması Tablo 7.16 ve Tablo 7.17'de özetlenmiştir.

Orijinal Çamur Keki Numunelerinde BTEX Analizleri

Yaz dönemi orijinal çamur keki örneklerinde yapılan BTEX analiz sonuçlarına göre (Şekil 7.24), sınır değeri aşan 6 tesisin (Kullar-Kocaeli, Malatya, Bafra-Samsun, KASKİ, Yozgat ve Nevşehir) üçü İç Anadolu Bölgesinde, diğerleri Marmara, Karadeniz ve Doğu Anadolu'dadır. Bu tesislerden Bafra-Samsun ve KASKİ kentsel AAT'leridir. 26 Mart 2010 tarih ve 27533 nolu Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiş olan "Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik"te EK-2B'de verilen "Tehlikesiz Atıkların Düzenli Depolanabilme Kriterleri"

uyarınca, II. sınıf düzenli depolama tesisi: Belediye atıkları ile tehlikesiz atıkların depolanması için gereken altyapıya sahip tesislerde depolanması durumunda BTEX parametresi için verilmiş sınır değeri yoktur. Yönetmelikte EK-2A’da verilen “İnert Atıkların Düzenli Depolanabilme Kriterleri” çerçevesinde III. Sınıf düzenli depolama tesisi için değerlendirildiğinde, inert atıklar için verilen 6 mg/kg (6000 ng/g) sınır değerinin altında kalan diğer 22 tesiste, Toplam BTEX değerlerinin 0.25 ng/g ile 2116.50 ng/g arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 7.24 : Yaz dönemi orijinal çamur keki örneklerinin BTEX değerleri

Orijinal Çamur Keki Numunelerinin LAS (Linear Alkyl BenzenSulfonate) Analizleri

LAS (Linear Alkyl Benzen Sulfonate) Analizleri, Yaz Dönemi numunelerinden sadece 10 tanesinde bakılmıştır. Bu tesisler Marmara Bölgesinden Bahçeşehir-İstanbul, Doğu Anadolu Bölgesinden Elazığ, İç Anadolu Bölgesinden Nevşehir, Akdeniz Bölgesinden Seyhan-Adana, Antalya-Lara ve MESKİ-Mersin, Ege Bölgesinden Çiğli-İzmir ve Denizli, Güneydoğu Anadolu Bölgesinden Siirt ve Şanlıurfa’dır. Örnekleme yapılan 10 tesise ait LAS değerleri <120 mg/kg ve 3900 mg/kg arasında değişmiş; Seyhan-Adana AAT’den alınan çamur kekinde elde edilen 3900 mg/kg değeri ile yönetmelikte verilen sınır değeri aşılmıştır.

7.2.1.2. Eluatta Yapılan Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Eluatta Çözünmüş Organik Karbon (DOC)

Kış ve Yaz mevsimlerini temsilen alınan çamur keki numuneleri kullanılarak hazırlanan eluat örneklerinin çözünmüş organik karbon içeriklerinin bölgelere göre değişimi çamur keki TOC değerleri ile birlikte Şekil 7.22 ve Şekil 7.23’de verilmiştir. Kış döneminde örnekleme yapılan

tesislerde çözülmüş organik karbon (DOC) içeriklerinin 318 mg/L (GASKİ-1) ile 3500 mg/L (Denizli) arasında değiştiği; Yaz örneklerinde ise 209 mg/L (Şanlıurfa) ile 5630 mg/L (Karamürsel-Kocaeli) arasında değiştiği belirlenmiştir. Tablo 7.12 : Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik EK-2B) Tehlikesiz Atıkların Düzenli Depolanabilme Kriterleri (II. sınıf depolama tesisleri için sınır değerler)'de verilen ve 26 Mart 2010 tarih ve 27533 nolu Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiş olan "Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik"te EK-2B'de verilen "Tehlikesiz Atıkların Düzenli Depolanabilme Kriterleri" uyarınca, II. sınıf düzenli depolama tesisi: Belediye atıkları ile tehlikesiz atıkların depolanması için gereken altyapıya sahip tesislerde depolanması hali için değerlendirildiğinde, çamur keki örnekleme yapılan tüm tesisler için çözülmüş organik karbon içeriklerinin yönetmelikte inert atıklar için verilen 80 mg/L değerinin çok üzerinde olduğu görülmektedir. Orijinal çamur keki örneklerinin toplam organik karbon (TOC) içerikleri ile ilişkilendirildiğinde, en yüksek TOC değerine sahip olan Denizli (403 mg/kg) çamur kekinden eluata geçen DOC içeriğinin (3500 mg/L) de en yüksek değer olduğu görülmektedir. Benzer şekilde orijinal çamur kekinde en düşük TOC içeriğine sahip olan Şanlıurfa (85 mg/kg) çamur kekinden eluata geçen DOC içeriğinin (209 mg/L) de en düşük olduğu belirlenmiştir.

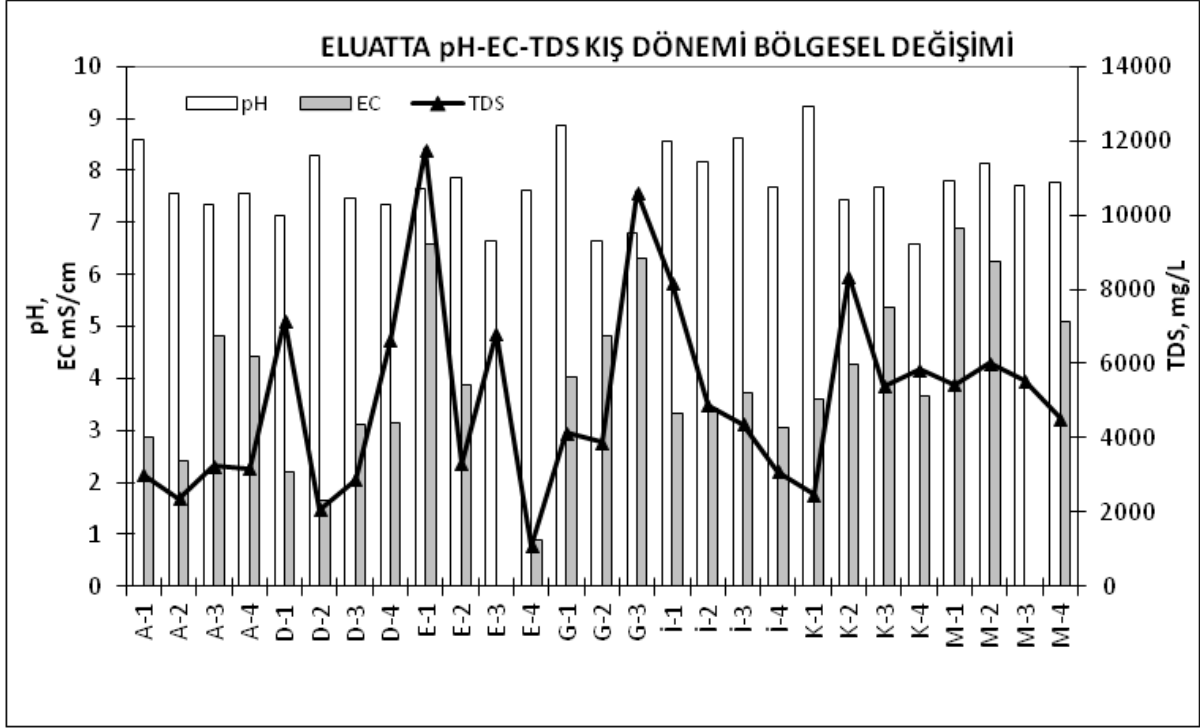
Eluatta pH, Elektriksel İletkenlik ve Toplam Çözülmüş Katılar

Seçilen tesislerden alınan orijinal çamur keki numuneleri kullanılarak hazırlanan eluat örneklerinin pH, Elektriksel İletkenlik ve Toplam Çözülmüş Katı Madde içeriklerinin bölgelere göre değişimi Kış dönemi için Şekil 7.25'de ve Yaz dönemi için Şekil 7.26'de verilmiştir.

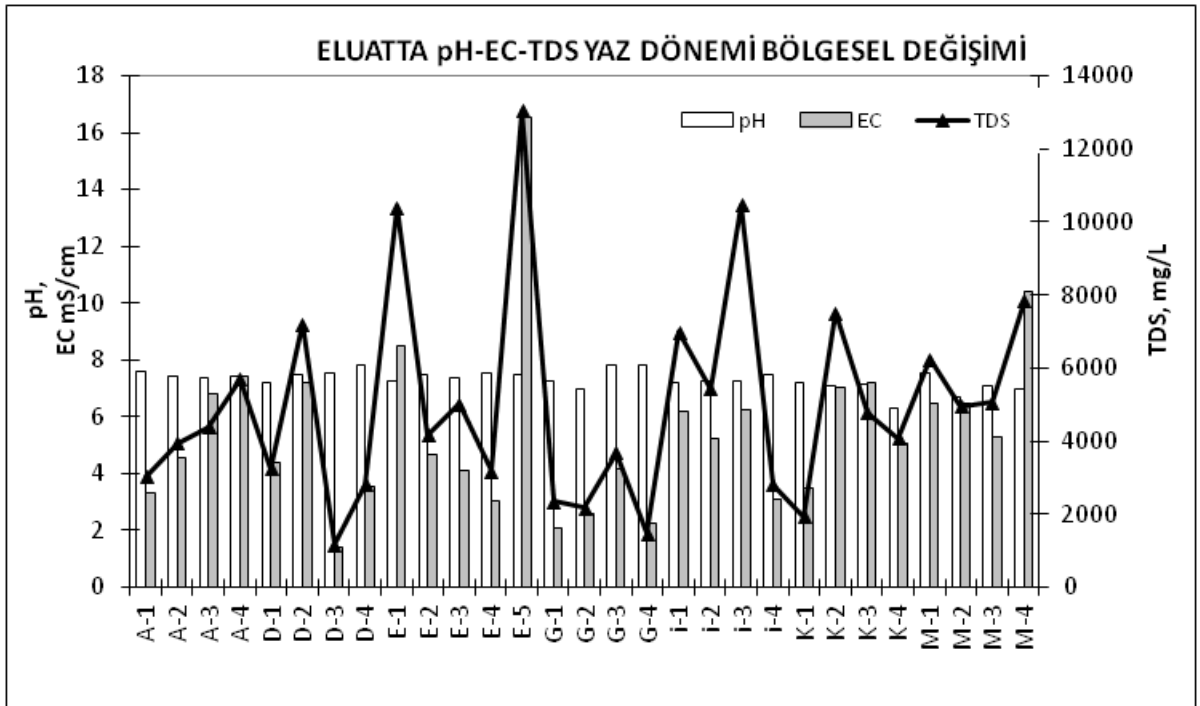
Eluat örneklerinin pH değerlerinin bölgelere göre önemli bir farklılık göstermediği, Kış döneminde örnekleme yapılan tesislerde pH değerlerinin 6.6 ile 9.2 arasında; Yaz örneklerinde ise 6.3 ile 7.79 arasında değiştiği belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik değerlerinin bölgesel değişimleri incelendiğinde, Kış dönemi numunelerinde Doğu Anadolu, İç Anadolu ve Karadeniz Bölgelerinde yeralan tesislerde en düşük değerler; Ege Bölgesinde ise en yüksek değer belirlenmiştir. Yaz dönemi numunelerinde Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yeralan tesislerde en düşük değerler; Ege ve Marmara Bölgelerinde ise en yüksek değerler ölçülmüştür.

Eluat örneklerinin toplam çözülmüş katı madde değerlerinin bölgelere göre değişimi elektriksel iletkenlik değerlerine benzer şekildedir. Kış dönemi numunelerinde Doğu Anadolu, İç Anadolu ve Karadeniz Bölgelerinde yeralan tesislerde en düşük değerler; Ege Bölgesinde ise en yüksek değer belirlenmiştir. Yaz dönemi numunelerinde Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu

Bölgelerinde yeralan tesislerde en düşük değerler; Ege ve Marmara Bölgelerinde ise en yüksek değerler ölçülmüştür.



Şekil 7.25 : Kış Dönemi İçin Eluatta pH-EC-TDS Değerlerinin Bölgesel Değişimi



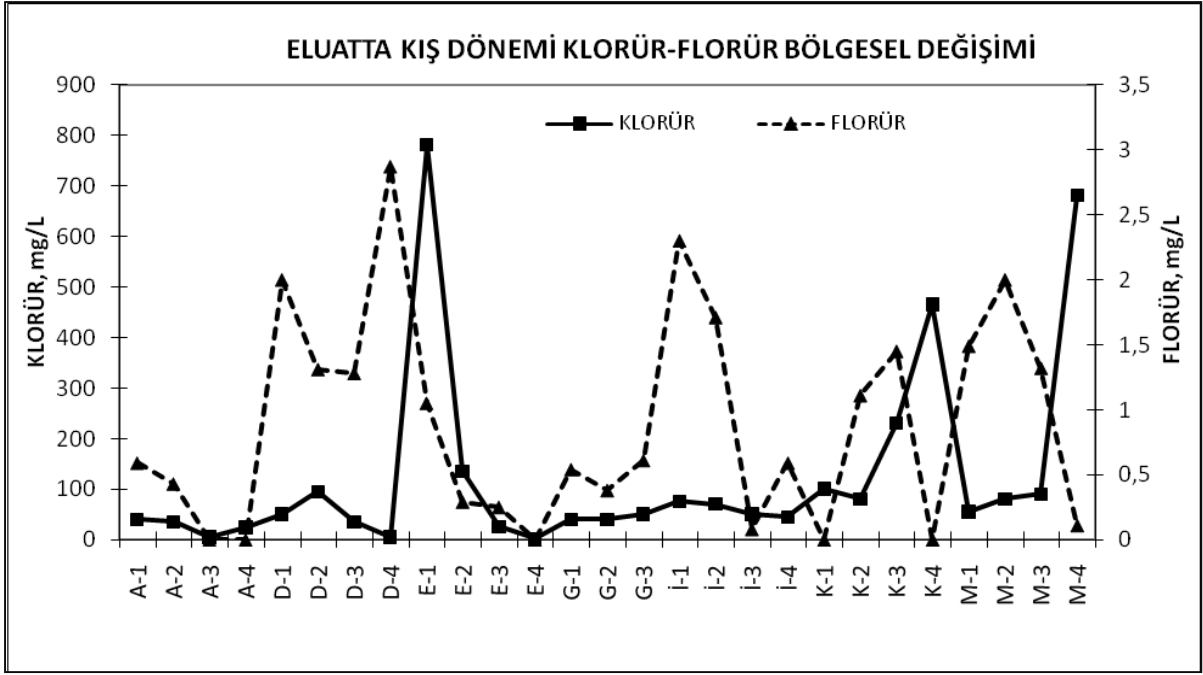
Şekil 7.26 : Yaz Dönemi İçin Eluatta pH-EC-TDS Değerlerinin Bölgesel Değişimi

Eluatta Florür, Klorür, Sülfat ve Fenol

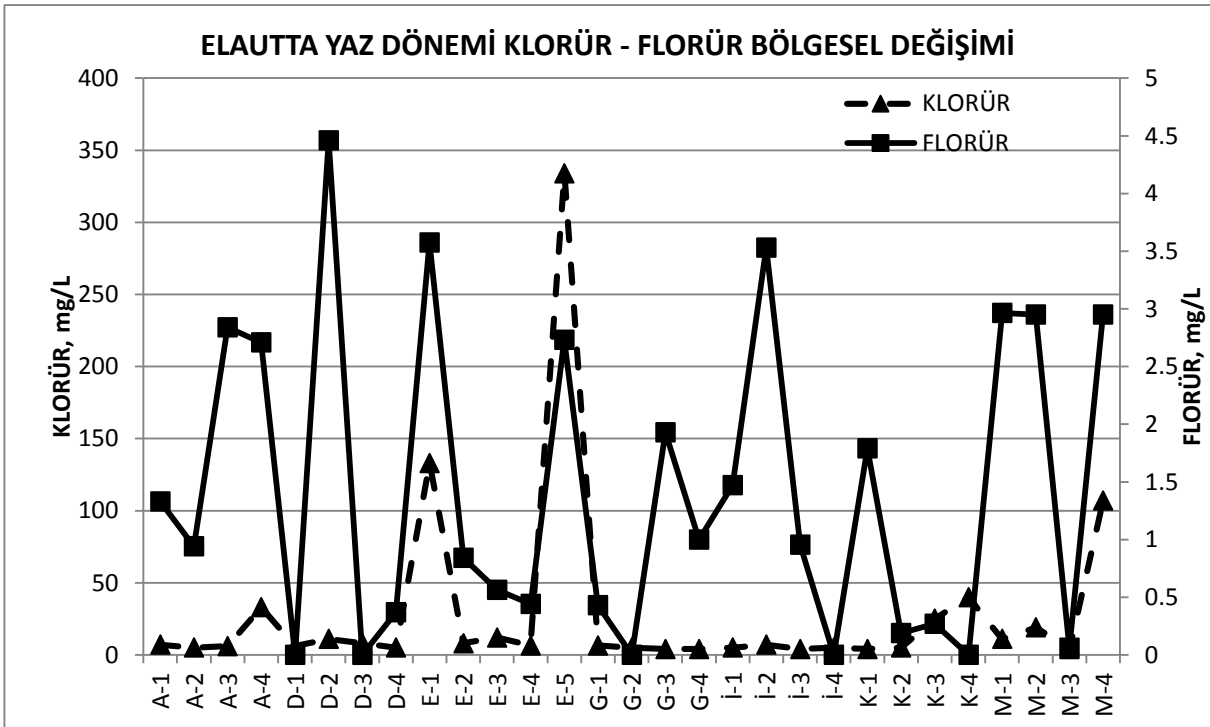
Seçilen tesislerden alınan orijinal çamur keki numuneleri kullanılarak hazırlanan eluat örneklerinde klorür ve florür konsantrasyonlarının bölgelere göre değişimi Kış dönemi için Şekil 7.27’de, Yaz dönemi için Şekil 7.28’de verilmiştir. Kış döneminde florür konsantrasyonlarının en düşük değerleri Akdeniz, Ege ve Karadeniz Bölgelerinde (<0.1 mg/L) (Antalya-Lara, Antalya-Kemer, Manisa, Düzce ve 19 Mayıs-Samsun); en yüksek Doğu Anadolu (2.87 mg/L-Van), İç Anadolu ve Marmara Bölgelerinde ölçülmüştür. Yaz döneminde ise Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu ve Karadeniz Bölgelerinde (<0.1 mg/L) (Malatya, Erzincan, GASKİ-2, Tatlar-Ankara, 19 Mayıs-Samsun); en yüksek değer Doğu Anadolu Bölgesinde (4.46 mg/L - Elazığ) ölçülmüştür.

Kış döneminde klorür konsantrasyonlarının en düşük değerleri Akdeniz, Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu ve Karadeniz Bölgelerinde; en yüksek Ege ve Marmara Bölgelerinde ölçülmüştür.

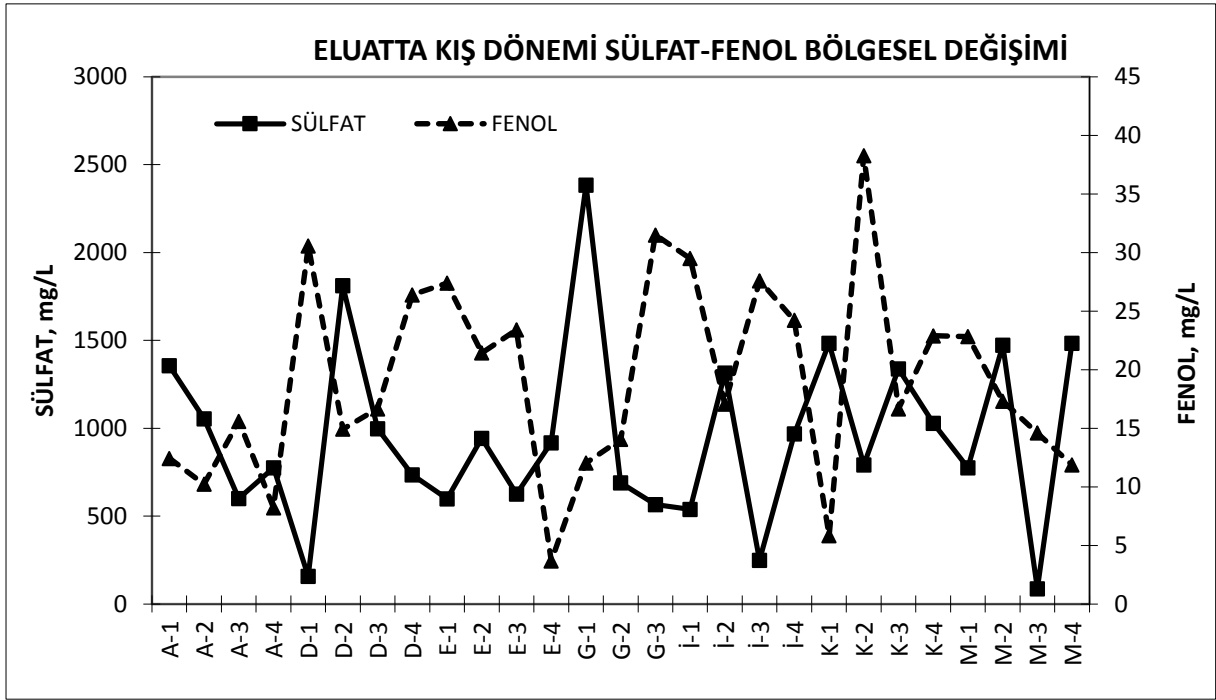
Orijinal çamur keki numuneleri kullanılarak hazırlanan eluat örneklerinde sülfat ve fenol konsantrasyonlarının bölgelere göre değişimi Kış dönemi için Şekil 7.29’da, Yaz dönemi için Şekil 7.30’da verilmiştir. Kış döneminde sülfat ve fenol konsantrasyonları bölgesel olarak tesisten tesise değişim göstermektedir. Aynı bölge içinde en düşük ve en yüksek değerlerin belirlendiği tesisler mevcuttur. Bölgesel olarak bir farklılaşmanın ayırt edilmesi mümkün değildir.



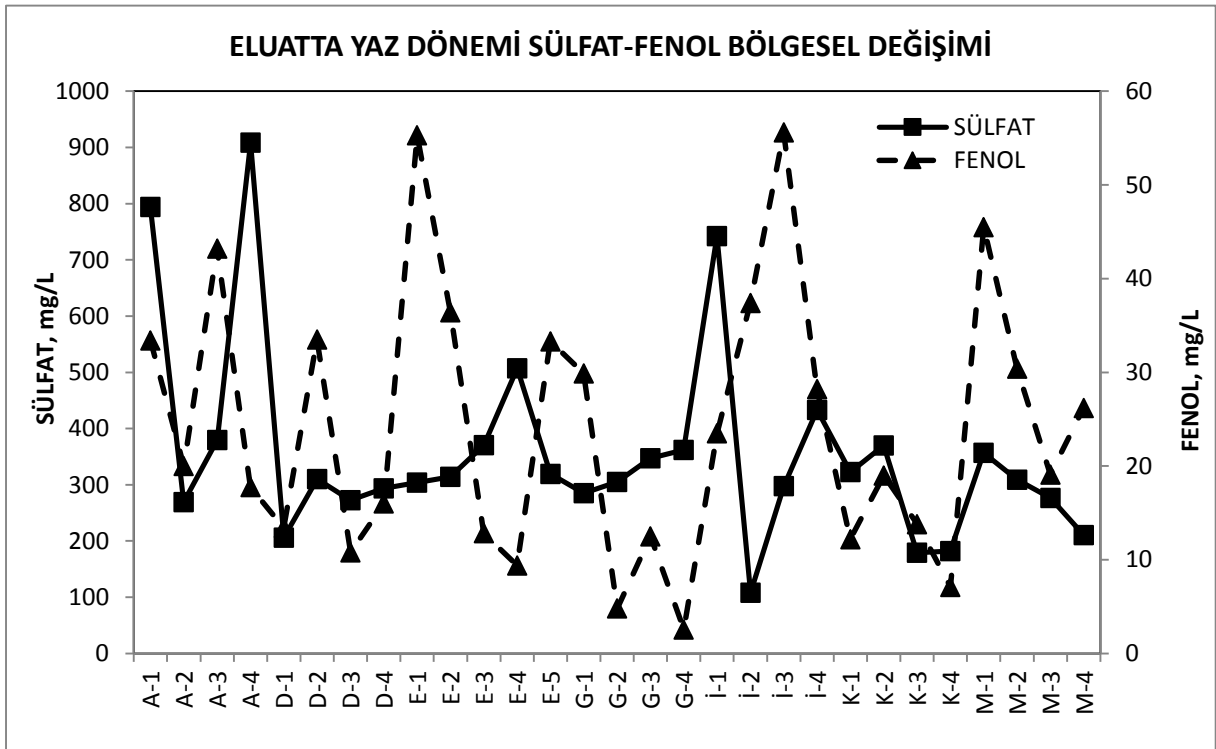
Şekil 7.27 : Kış Dönemi için Eluatta Klorür-Florür Değerlerinin Bölgesel Değişimi



Şekil 7.28 :Yaz Dönemi için Eluatta Klorür-Florür Değerlerinin Bölgesel Değişimi



Şekil 7.29 : Kış Dönemi için Eluatta Sülfat-Fenol Değerlerinin Bölgesel Değişimi

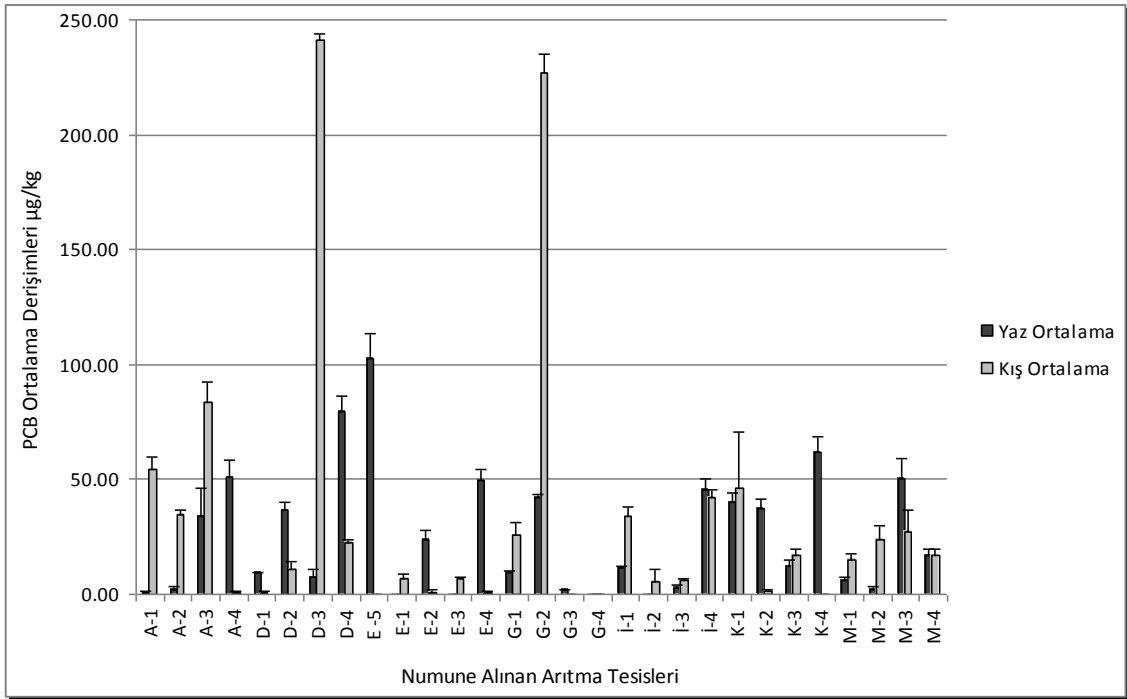


Şekil 7.30 : Yaz Dönemi için Eluatta Sülfat-Fenol Değerlerinin Bölgesel Değişimi

7.2.2. ODTÜ Grubu Tarafından Yürütülen Çalışmalar

Arıtma Çamurlarının PCB Analizlerinin Bölgesel Bazda Değerlendirmesi

Çamur keki numunelerinin PCB derişimlerinin bölgelere göre dağılımı Şekil 7.31’de verilmektedir. PCBler, endüstriyel amaçlarla kullanılan kimyasallar olduğundan bölgelere göre dağılımdan çok, endüstriyel katkı olma/olmama durumu derişimlerde daha büyük farklar yaratmaktadır. Şekilde ön plana çıkan D-3 ve G-2 tesisleri, bir önceki bölümde de tartışılan sırasıyla Erzincan ve GASKİ-2 tesisleridir.

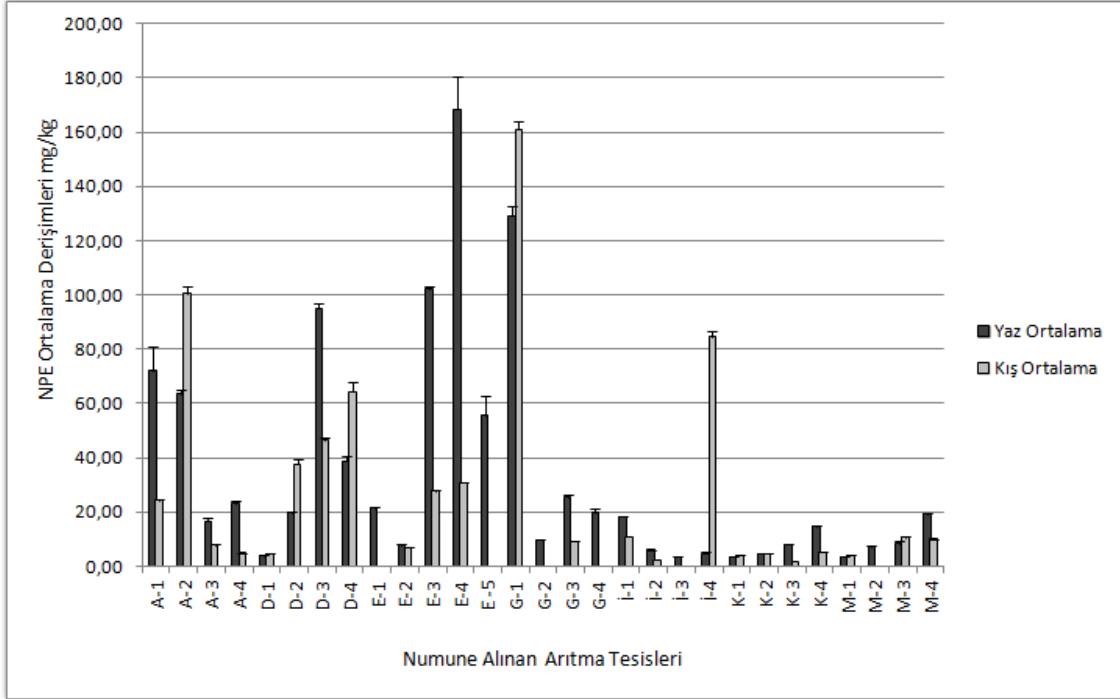


Şekil 7.31 : Çamur PCB Derişimlerinin Bölgesel Dağılımı

Arıtma Çamurlarının NPE Analizlerinin Bölgesel Bazda Değerlendirmesi

Çamur keki numunelerinin NPE derişimlerinin bölgelere göre dağılımı Şekil 7.32’de verilmektedir. NPEler, hem evsel hem de endüstriyel amaçlarla kullanılan kimyasallar olduğundan bölgelere göre dağılımı PCBlerden farklı olarak daha büyük değişkenlikler gösterebilmektedir. Genel olarak NPE değerlerinin Güneydoğu Anadolu Bölgesi (GASKİ-1 dışında), İç Anadolu Bölgesi (Ankara Tatlar tesisi kış örneği dışında), Karadeniz Bölgesi ve Marmara Bölgesinde oldukça düşük seyrettiği ve büyük oranda yönetmelik sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir. Öte taraftan, NPE’nin Ege, Akdeniz ve Doğu Anadolu Bölgelerinde daha yüksek konsantrasyonlarda izlendiği ve sıklıkla yönetmelik sınır değerini aştığı görülmektedir. Yukarıda da belirtildiği gibi farklılıklar tesisin ne tür atıksuları kabul ettiği

(evsel/endüstriyel), sezonun/bölgenin kurak ya da yağışlı olması, bölgedeki banyo yapma ve çamaşır yıkama sıklığı dolayısı ile deterjan kullanım miktarı gibi değişkenlere bağlanabilir (Lian, v.d. 2009). Bu bağlamda da örneğin Karadeniz ve Marmara bölgesindeki düşük konsantrasyonlar diğer faktörlerin de yanı sıra bu bölgelerin daha yağışlı olmasına bağlanabilir.



Şekil 7.32 : Çamur NPE Derişimlerinin Bölgesel Dağılımı

7.3. Biyolojik Arıtma Prosesi ve Çamur İşleme Yöntemlerine göre Değerlendirme

7.3.1. DEÜ Grubu Tarafından Yürütülen Çalışmalar

7.3.1.1. Orijinal Çamur Keki Örneklerinde Yapılan Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Proje kapsamında Kış Dönemi ve Yaz Dönemi örneklemeleri için seçilen tesislerin bölgesel dağılımları ve kullanılan biyolojik prosesler Tablo 7.1’de verilmektedir. Seçilen 29 tesisin 8’inde KAÇ (klasik aktif çamur), 10’unda UHAÇ (uzun havalandırmalı aktif çamur), 5’inde A2O (anaerobik-anoksik-oksik), birinde A/O (anoksik-oksik), birinde Bardenpho, ikisinde BNR, birinde DF (damlatmalı filtre), birinde SH (stabilizasyon havuzu) sistemi kullanılmaktadır. KAÇ sistemleri olan tesislerin 3 tanesi Doğu Anadolu Bölgesinde, 2 tanesi İç Anadolu Bölgesinde, diğerleri ise Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerindedir. UHAÇ sistemleri olan tesislerin 3 tanesi Marmara Bölgesinde, 3 tanesi Karadeniz Bölgesinde, diğerleri ise Akdeniz, İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerindedir. A2O sistemleri olan tesislerin 3 tanesi Ege Bölgesinde, diğerleri ise Akdeniz ve İç Anadolu Bölgelerindedir. A/O olan tesis Karadeniz bölgesinde, Bardenpho ve SH uygulanan tesis Güneydoğu Anadolu’da ve DF sistemi olan tesis ise Ege Bölgesinde bulunmaktadır.

Toplam Katı Madde ve Organik Madde

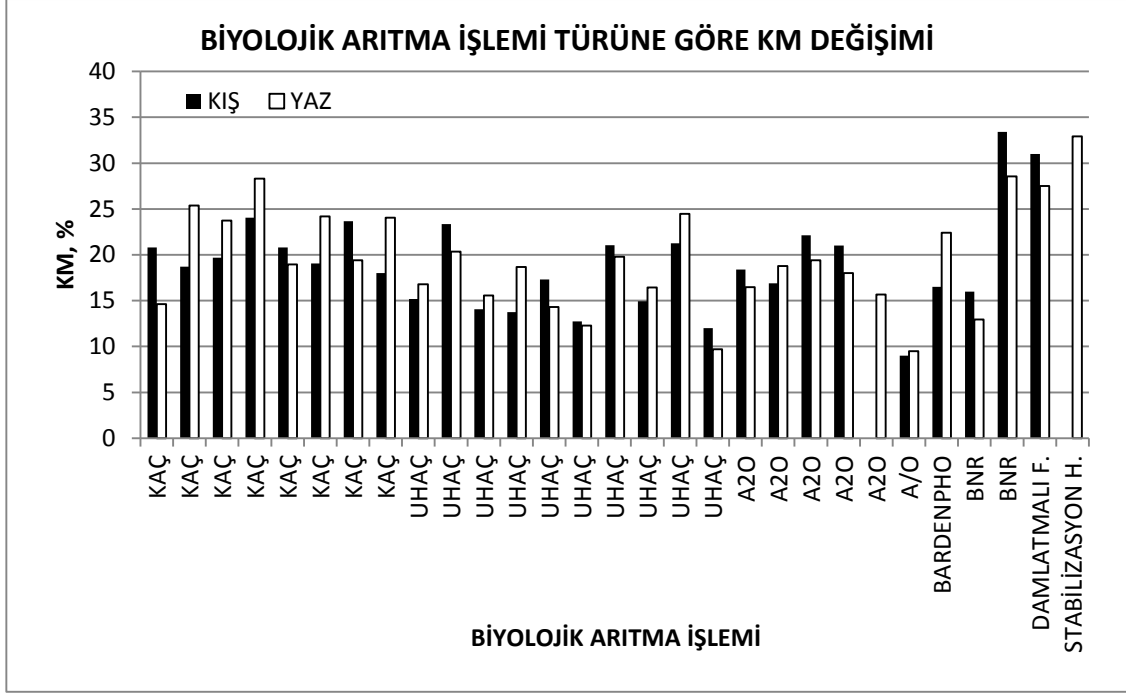
Tablo 7.17’de verilen her bölgeyi temsilen seçilmiş olan evsel/kentsel atıksu arıtma tesislerinden, Kış ve Yaz döneminde alınan çamur keki örneklerindeki katı madde ve organik madde içeriklerinin AAT’lerinde kullanılan biyolojik proseslere göre değişimi Şekil 7.33 ve Şekil 7.34’da verilmektedir. KAÇ sistemlerine sahip tesislerde çamur keki katı madde içeriklerinin Kış dönemi numunelerinde %19 ile %24 arasında ortalama %20 olduğu; Yaz dönemi örneklerinde ise %15 ile %28 arasında değiştiği ortalama %22 olduğu gözlenmiştir. UHAÇ sistemlerine sahip tesislerde çamur keki katı madde içeriklerinin Kış dönemi numunelerinde %12 ile %23 arasında ortalama %18 olduğu; Yaz dönemi örneklerinde ise %10 ile %24 arasındadeğiştiği, ortalama %17 olduğu belirlenmiştir. A2O sistemlerine sahip tesislerde çamur keki katı madde içeriklerinin Kış dönemi numunelerinde %9 ile %22 arasında değiştiği, ortalama %16 olduğu; Yaz dönemi örneklerinde ise %10 ile %19 arasındadeğiştiği, ortalama %15 olduğu belirlenmiştir. A/O sistemine sahip tek tesis olan 19 Mayıs-Samsun AAT’de çamur keki katı madde içeriği, Kış dönemi numunesinde %9; Yaz dönemi numunesinde ise %10 olduğu gözlenmiştir. Bardenpho sisteminin uygulandığı GASKİ-2 örneğinde çamur keki katı madde içeriği, Kış dönemi numunesinde %17; Yaz dönemi numunesinde ise %22 olarak belirlenmiştir. Marmara ve Akdeniz Bölgelerinde bulunan BNR

sistemlerine sahip olan 2 tesisten birinde Kış dönemi çamur keki katı madde içeriği %16 ve %13; Yaz dönemi numunesinde ise %33 ve % 29 olarak belirlenmiştir. DF sistemine sahip tek tesis olan Manisa AAT'de çamur keki katı madde içeriği Kış dönemi numunesinde %31; Yaz dönemi numunesinde ise %28 olarak belirlenmiştir. SH sisteminin olduğu tek tesis olan Şanlıurfa AAT çamur keki katı madde içeriği Kış döneminde numune alınmadığından sadece Yaz dönemi numunesi için %33 olarak ölçülmüştür.

UHAÇ sistemlerine sahip olan tesislerde KAÇ sistemine göre ulaşılan çamur KM içeriklerinin daha düşük değerlerde olduğu ve A2O sistemlerine sahip olan tesislerde ulaşılan KM içeriklerinin de UHAÇ sistemlerinden daha düşük olduğu gözlenmektedir. Bardenpho sisteminin uygulandığı tesiste ulaşılan çamur KM içeriğinin de UHAÇ sisteminde elde edilecek yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Ancak tek tesis olduğu için bir genelleme yapmak zordur. %31 KM ve %33 KM değerleri ile en yüksek katı madde içeriğine ulaşılan DF ve SH sistemlerinde ise uygulanan biyolojik prostesten çok çamur su alma prosesi olarak kurutma yatağı uygulamasının etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde bulunan bu tesislerde, katı madde içerikleri üzerinde iklim etkisinin baskın olduğu açıktır.

Çamur keki örneklerinde belirlenen katı madde içerikleri AAT'lerinde uygulanan biyolojik sistemlerden çok mevcut çamur su alma prosesine göre farklılık gösterdiği düşünülmektedir. KAÇ sistemlerinin olduğu tesislerden 5 tanesinde belt pres ile mekanik su alma işlemi 1 tesis (Erzincan) için kurutma yatağı bulunmaktadır. Kurutma yatağından alınan çamur keki örneğinde Kış ve Yaz dönemi örnekleri içinde en yüksek değerler olan %24 KM ve %28 KM içerikleri belirlenmiştir. UHAÇ sistemlerinin uygulandığı tesislerden, Siirt ve Kocaeli Kullar AAT'lerinde dekantör sistemi ile diğerlerinde belt pres ile mekanik susuzlaştırma işlemi uygulanmaktadır. Bu tesislerde Kış döneminde %21KM ve %24 KM değerleri; Yaz dönemi numunelerinde ise %24 KM ve %20 KM değerleri belirlenmiştir. Dekantör uygulaması olan bu tesislerde belirlenen KM içeriklerinin belt pres sistemleri olan diğer tesislere göre en yüksek değerler olduğu görülmektedir. A2O sistemlerinin olduğu tesislerden 3 tanesinde dekantör, 2 tanesinde belt pres ile mekanik su alma işlemi uygulanmaktadır. 1 tesis (Erzincan) için kurutma yatağı bulunmaktadır. Çamur keki katı madde içeriklerinin birbirine yakın değerlerde olduğu görülmektedir. BNR uygulamasının olduğu tesislerden birinde belt pres (BUSKİ), diğerinde dekantör (MESKİ) mevcuttur. Dekantör olan tesiste Kış ve Yaz dönemi numunelerinde %33KM ve %29 KM değerlerine ulaşılmıştır. Ayrıca bu tesiste anaerobik stabilizasyon uygulaması mevcuttur. Belt pres olan ve çamur stabilizasyonu amacıyla kireç

stabilizasyonunun uygulandığı diğer tesiste ise ulaşılan KM içerikleri Kış ve Yaz dönemi numuneleri için %16 ve %13 gibi düşük değerlerdedir. DF uygulaması olan tek tesis Manisa AAT’nde çamur kurutma yatakları mevcuttur. Bölgesel iklimin de etkisi ile çamur KM içerikleri Kış ve Yaz dönemleri için %31 ve %28 olarak belirlenmiştir.

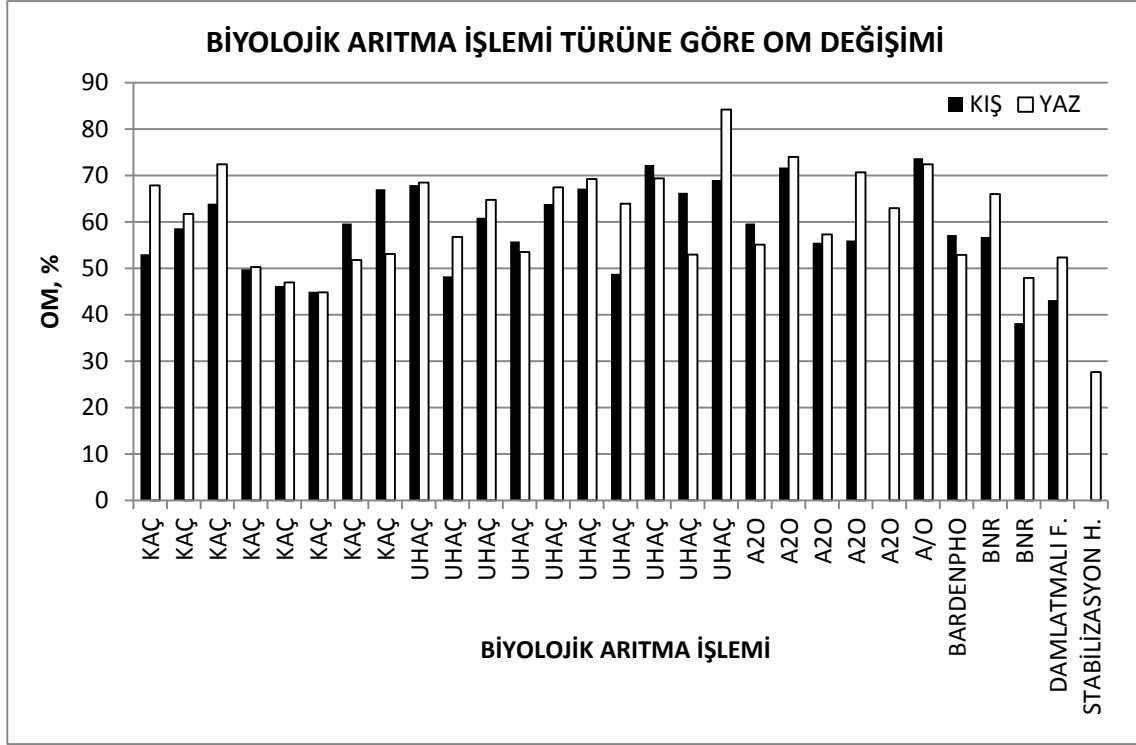


Şekil 7.33 : Biyolojik Arıtma İşlemi Türüne Göre Çamur KM Değerlerinin Değişimi

KAÇ sistemlerine sahip tesislerde çamur keki organik madde içeriklerinin Kış dönemi numunelerinde %45 ile %67 arasında ortalama %56 olduğu; Yaz dönemi örneklerinde ise %45 ile %72 arasında değiştiği ortalama %59 olduğu gözlenmiştir. UHAÇ sistemlerine sahip tesislerde çamur keki organik madde içeriklerinin Kış dönemi numunelerinde %48 ile %72 arasında ortalama %60 olduğu; Yaz dönemi örneklerinde ise %53 ile %84 arasında değiştiği, ortalama %69 olduğu belirlenmiştir.

A2O sistemlerine sahip tesislerde çamur keki organik madde içeriklerinin Kış dönemi numunelerinde %56 ile %72 arasında değiştiği, ortalama %64 olduğu; Yaz dönemi örneklerinde ise %55 ile %74 arasındadeğiştiği, ortalama %65 olduğu belirlenmiştir. A/O sistemine sahip tek tesis olan 19 Mayıs-Samsun AAT’de çamur keki organik madde içeriği, Kış dönemi numunesinde %74; Yaz dönemi numunesinde ise %72 olduğu gözlenmiştir. Bardenpho sisteminin uygulandığı GASKİ-2 örneğinde çamur keki organik madde içeriği, Kış dönemi numunesinde %57; Yaz dönemi numunesinde ise %53 olarak belirlenmiştir. Marmara ve Akdeniz Bölgelerinde bulunan BNR sistemlerine sahip olan 2 tesiste Kış dönemi çamur keki organik madde içeriği %57 ve %38; Yaz dönemi numunesinde ise %66 ve % 48 olarak

belirlenmiştir. DF sistemine sahip tek tesis olan Manisa AAT’de çamur keki organik madde içeriği Kış dönemi numunesinde %43; Yaz dönemi numunesinde ise %52 olarak belirlenmiştir. SH sisteminin olduğu tek tesis olan Şanlıurfa AAT çamur keki organik madde içeriği Kış döneminde numune alınmadığından sadece Yaz dönemi numunesi için %28 olarak ölçülmüştür.



Şekil 7.34 : Biyolojik Arıtma İşlemi Türüne Göre Çamur OM Değerlerinin Değişimi

Çamur keki örneklerinde belirlenen organik madde içerikleri AAT’lerinde uygulanan biyolojik sistemlerden çok çamur stabilizasyon uygulamasının mevcut olmasına göre farklılık gösterdiği düşünülmektedir. KAÇ sistemlerinin olduğu tesislerden 4 tanesinde anaerobik çürüme (Seyhan-Adana, Denizli, GASKİ-1, Tatlar-Ankara) uygulanmaktadır. Bu tesislerden alınan çamur keki örneklerinin OM içerikleri %46, %60, %59 ve %45 olarak belirlenmiştir. Aerobik çürüme uygulaması olan Van ve Yozgat tesisleri için OM içerikleri %67 ve %64 olarak belirlenmiştir. KAÇ sistemine sahip olup çamur stabilizasyonu uygulanmayan Elazığ ve Erzincan AAT’lerinde çamur keki OM içerikleri %53 ve %50 olarak belirlenmiştir. Anaerobik çamur stabilizasyonu uygulaması olan tesislerde, aerobik stabilizasyon uygulaması olan tesislere göre OM içeriklerinin daha düşük değerlerde olduğu görülmektedir.

UHAÇ sistemlerinin uygulandığı tesislerden, Düzce Merkez ve Bafra-Samsun AAT’lerinde aerobik çürüme sistemi; Malatya AAT’de kireç stabilizasyonu uygulanmaktadır. Diğer tesislerde çamur stabilizasyonu uygulaması mevcut değildir. Aerobik stabilizasyon uygulanan

tesislerde OM içerikleri %56 ve %67'dir. Kireç stabilizasyonu uygulanan Malatya'da ise %61'dir.

A2O sistemlerinin olduğu tesislerden 3 tanesinde (Antalya-Lara; İzmir-Foça ve İzmir-Güneybatı) çamur stabilizasyonu uygulaması mevcut değildir. KASKİ AAT'de anaerobik çamur stabilizasyonu ve İzmir-Çiğli AAT'de kireç stabilizasyonu uygulaması vardır. Stabilizasyon yapılan bu iki tesis için Kış ve Yaz dönemlerinde çamur kekinde organik madde içerikleri KASKİ için %60 ve %55; İzmir-Çiğli için %72 ve %74 olarak belirlenmiştir. Anaerobik çürüme işleminin organik madde içeriğinin indirgenmesinde daha belirgin olduğu görülmektedir. Stabilizasyon işlemi yapılmayan diğer A2O sistemlerinde ise organik madde içerikleri Antalya-Lara için %56 ve %71; İzmir-Foça %56 ve %57; İzmir-Güneybatı için %63 olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin anaerobik çürüme tesisi olan KASKİ'ye yakın değerlerde olduğu söylenebilir.

BNR uygulamasının olduğu tesislerden BUSKİ'de kireç stabilizasyonu, MESKİ'de ise anaerobik çürütücü uygulaması vardır. Bu tesislerde Kış ve Yaz dönemi numunelerinde %57 OM ve %66 OM; %38 OM ve %48 OM değerleri elde edilmiştir. Burada da anaerobik çürüme ile stabilizasyon uygulamasının OM indirgenmesinde önemli rolü olduğu görülmektedir.

Çamur Keki pH ve Elektriksel İletkenlik

Kış ve Yaz döneminde alınan çamur keki örneklerindeki pH ve elektriksel iletkenlik değerlerinin AAT'lerinde kullanılan biyolojik proseslere göre değişimi Şekil 7.35 ve Şekil 7.36'da verilmektedir. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, çamur keki numunelerinin pH değerlerinin nötral seviyelerde olduğu; Kış ve Yaz dönemlerine ve kullanılan biyolojik prosese göre önemli salınımların olmadığı görülmektedir. KAÇ prosesine sahip olan tesislerde, UHAÇ ve A2O proseslerine sahip tesislere göre biraz daha yüksek değerler elde edilmiştir.

Elektriksel iletkenlik değerlerinin AAT'lerinde kullanılan biyolojik proseslere değişimleri incelendiğinde; KAÇ proseslerinde Kış dönemi örneklerinde 285 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile 895 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında; Yaz dönemi örneklerinde 845 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile 1470 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Yaz dönemi elektriksel iletkenlik değerlerinin Kış dönemi örneklerine göre daha yüksek değerlerde olduğu görülmektedir. İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgelerindeki KAÇ prosesi olan tesislerin elektriksel iletkenliklerinin diğerlerine göre daha yüksek olduğu; Kış ve Yaz dönemi örneklerinde en yüksek elektriksel iletkenlik değerlerinin (895 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve 1470 $\mu\text{S}/\text{cm}$) Tatlar-Ankara AAT'ne ait olduğu belirlenmiştir. KAÇ proseslerinin uygulandığı Denizli (803 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ve GASKİ-1 (759 $\mu\text{S}/\text{cm}$) AAT'de de yüksek değerler elde edilmiştir.

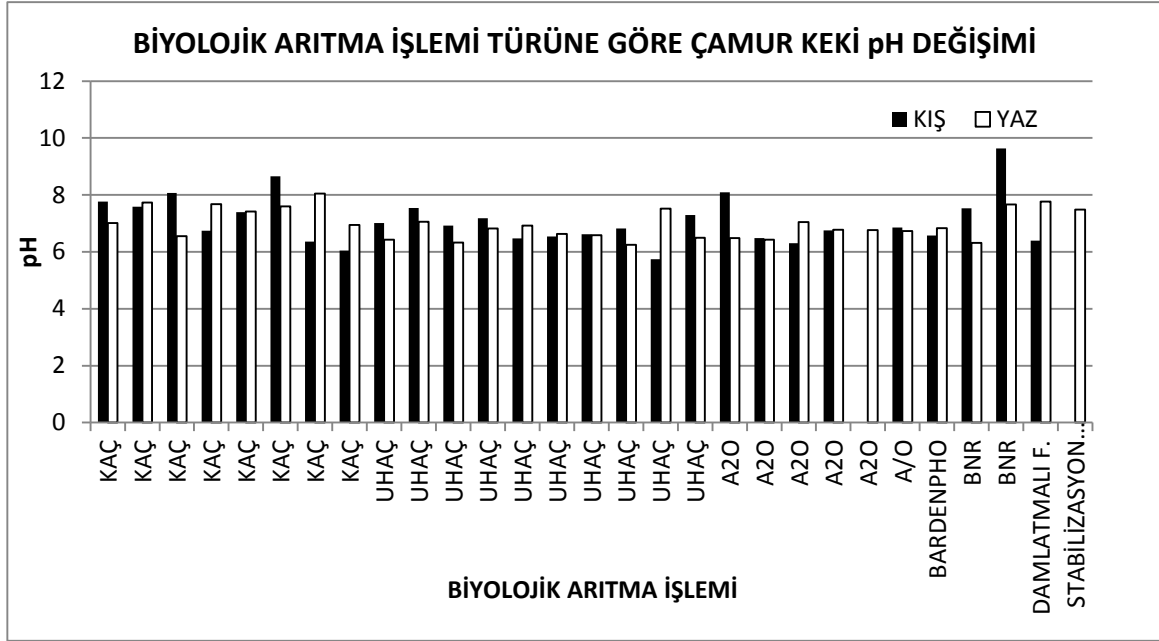
UHAÇ proseslerine sahip AAT'lerinde Kış dönemi örneklerinde elektriksel iletkenlik değerleri 313 $\mu\text{S/cm}$ ile 672 $\mu\text{S/cm}$ aralığında; Yaz dönemi örneklerinde 160 $\mu\text{S/cm}$ ile 2440 $\mu\text{S/cm}$ aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Yaz dönemi elektriksel iletkenlik değerlerinin Kış dönemi örneklerine göre daha yüksek değerlerde olduğu görülmektedir. Marmara, Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgelerindeki UHAÇ prosesi olan tesislerin elektriksel iletkenliklerinin diğerlerine göre daha yüksek olduğu; Kış ve Yaz dönemi örneklerinde en düşük elektriksel iletkenlik değerlerinin (313 $\mu\text{S/cm}$ ve 160 $\mu\text{S/cm}$) Düzce Merkez AAT'ne ait olduğu belirlenmiştir. En yüksek değer olan 2440 $\mu\text{S/cm}$ Yaz dönemi numunelerinde Karamürsel-Kocaeli örneğinde ölçülmüştür.

A2O proseslerinin uygulandığı tesislerde Kış dönemi numunelerinin elektriksel iletkenlik değerlerinin 402 $\mu\text{S/cm}$ ve 725 $\mu\text{S/cm}$ arasında değiştiği; 116 $\mu\text{S/cm}$ ve 3900 $\mu\text{S/cm}$ arasında değişen Yaz numunelerinin elektriksel iletkenlik değerlerine göre daha düşük olduğu görülmektedir. Yaz döneminde en yüksek değerlerin ölçüldüğü tesisler Ege ve Akdeniz Bölgelerindeki kıyı alanlarında bulunan AAT'lere aittir. Bu tesislerde için Foça (3900 $\mu\text{S/cm}$), Güneybatı (3850 $\mu\text{S/cm}$), Çiğli (2420 $\mu\text{S/cm}$)ve Antalya Lara (1800 $\mu\text{S/cm}$) değerleri ölçülmüştür. Kıyı bölgelerde yer alan bu tesislerde Yaz dönemi numunelerindeki elektriksel iletkenlik değerlerinin bu kadar yüksek olması, yaz döneminde aşırı su tüketimi nedeniyle yeraltısu seviyesinin düşmesi sonucu tuzlu su girişiminin olduğunun bir göstergesi olarak yorumlanabilir.

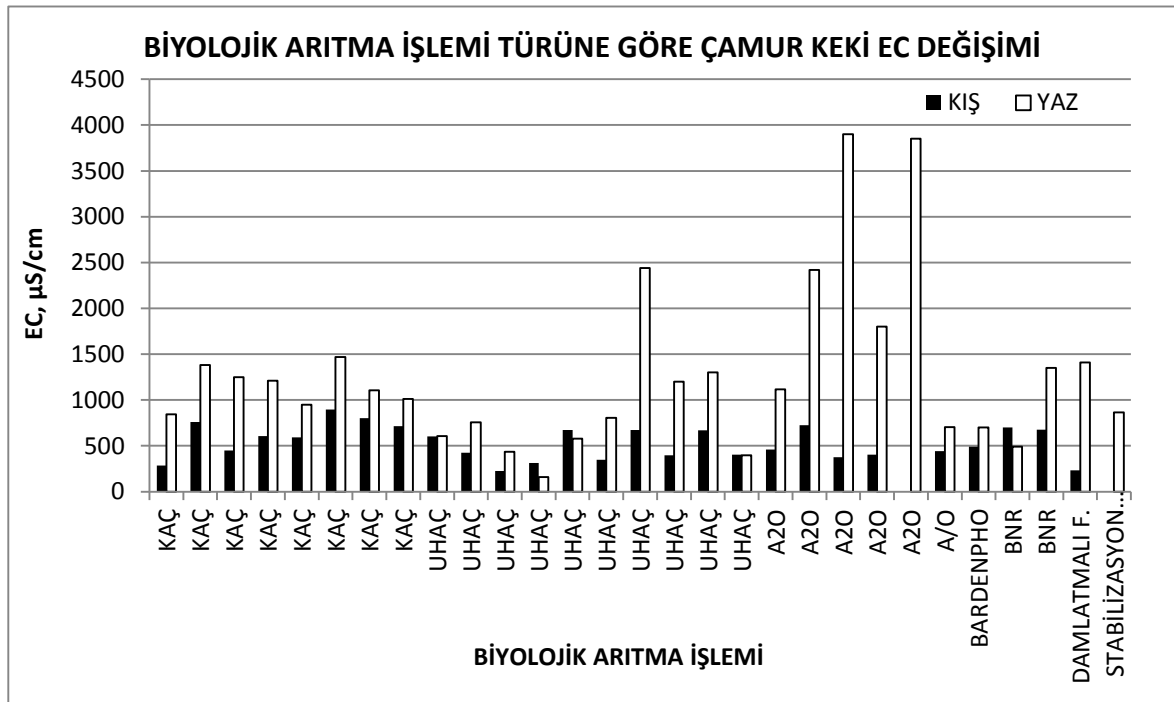
BNR proseslerinin uygulandığı tesislerde (BUSKİ ve MESKİ), Kış dönemi numunelerinin elektriksel iletkenlik değerleri 676 $\mu\text{S/cm}$ ve 700 $\mu\text{S/cm}$; Yaz numunelerinde ise 1350 $\mu\text{S/cm}$ ve 490 $\mu\text{S/cm}$ olarak belirlenmiştir.

DF prosesinin uygulandığı Manisa kentsel AAT'den alınan orijinal çamur kekinde elektriksel iletkenlik değerleri Kış döneminde 232 $\mu\text{S/cm}$ ve Yaz döneminde 1411 $\mu\text{S/cm}$ olarak ölçülmüştür.

SH uygulaması olan ve sadece Yaz örnekleme yapılan Şanlıurfa evsel AAT'de elektriksel iletkenlik değeri 866 $\mu\text{S/cm}$ olarak belirlenmiştir.



Şekil 7.35 : Biyolojik Arıtma İşlemi Türüne Göre Çamur Keki pH Değerlerinin Değişimi



Şekil 7.36 : Biyolojik Arıtma İşlemi Türüne Göre Çamur Keki EC Değerlerinin Değişimi

Çamur Keki Toplam Azot ve Toplam Fosfor

Tablo 7.17’de verilen her bölgeyi temsilen seçilmiş olan evsel/kentsel atıksu arıtma tesislerinden, Kış ve Yaz döneminde alınan çamur keki örneklerindeki toplam azot ve toplam fosfor içeriklerinin AAT’lerinde kullanılan biyolojik proseslere göre değişimi Şekil 7.37 ve Şekil 7.38’de verilmektedir.

Orijinal çamur keki numunelerinde toplam azot değerlerinin AAT'lerde kullanılan biyolojik proseslere göre değişimleri incelendiğinde; KAÇ proseslerinde Kış dönemi örneklerinde %1.98 Elazığ ile %4.29 (Yozgat) aralığında; Yaz dönemi örneklerinde %2.1 (Van) ile %5.6 (Elazığ) aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu AAT'lerden Van ve Yozgat'ta aerobik çamur stabilizasyonu uygulanmaktadır. Elazığ AAT'de ise çamur stabilizasyonu mevcut değildir.

UHAÇ proseslerinde Kış dönemi örneklerinde %1.6 (Kullar-Kocaeli) ile %5.66 (Antalya-Kemer) aralığında; Yaz dönemi örneklerinde %3.4 (Siirt) ile %6.4 (Antalya-Kemer) aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Yaz dönemi örneklerinin toplam azot değerleri Kış dönemi örneklerine göre daha yüksek değerlerdedir. Kış ve Yaz dönemi örneklerinde en yüksek değer Akdeniz Bölgesinde yeralan Antalya-Kemer AAT'ne aittir. Yıl içinde sıcaklık değerlerindeki mevsimsel farklılığın az olması, diğer bölgelere göre daha yüksek hava sıcaklıkları gibi etkenler nitrifikasyon verimini olumlu etkilemektedir. Çamurda elde edilen yüksek toplam azot değerleri, UHAÇ sistemine sahip tesislerde nitrifikasyon verimine bağlı olarak giderilen azotun katı madde kütlelerinde biriktiğinin göstergesidir. Çamur kekindeki toplam azot değerleri, UHAÇ sistemlerinde KAÇ sistemlerine göre daha yüksek değerlerdedir. UHAÇ sistemlerinin uygulandığı tesislerden, Düzce Merkez ve Bafra-Samsun AAT'lerinde aerobik çürüme sistemi; Malatya AAT'de kireç stabilizasyonu uygulanmaktadır. Diğer tesislerde çamur stabilizasyonu uygulaması mevcut değildir.

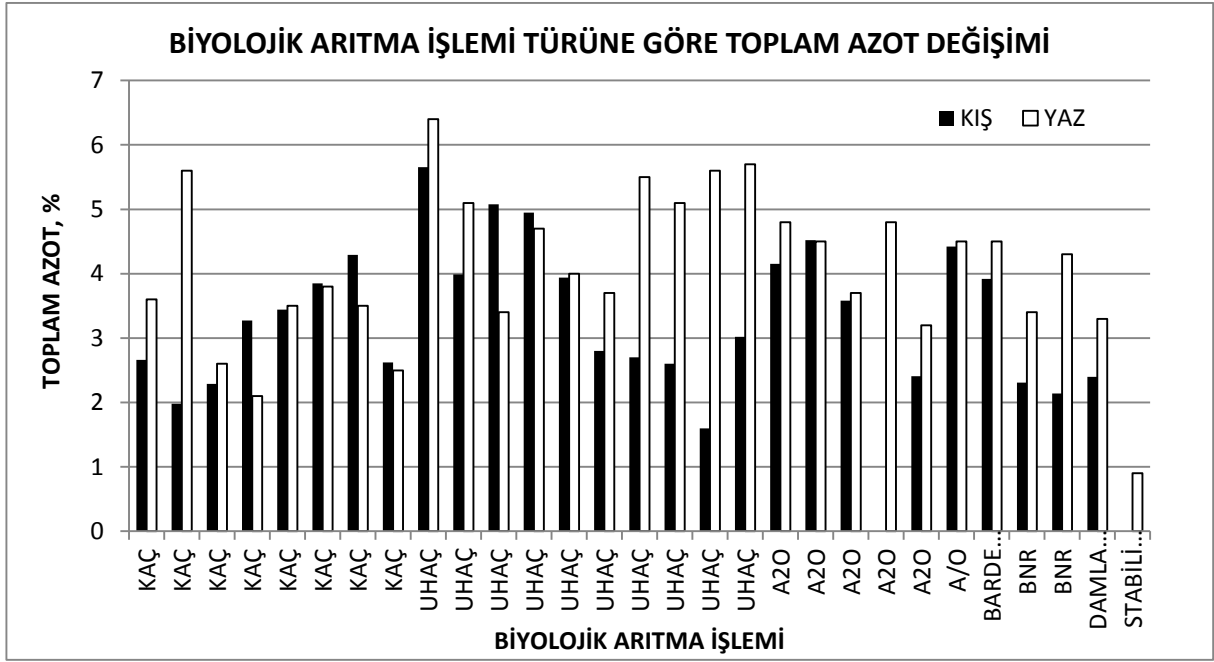
A2O proseslerinde çamur kekinde toplam azot değerleri, Kış dönemi örneklerinde %2.41 (KASKİ) ile %4.52 (İzmir-Çiğli) aralığında; Yaz dönemi örneklerinde %3.2 (KASKİ) ile %4.8 (Antalya-Lara ve İzmir-Güneybatı) aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Yaz dönemi örneklerinin toplam azot değerleri Kış dönemi örneklerine göre daha yüksek değerlerdedir. Kış ve Yaz dönemi numunelerinde en düşük toplam azot değerlerinin belirlendiği KASKİ AAT'de anaerobik çamur stabilizasyonu uygulaması mevcuttur. En yüksek toplam azot değerlerinin belirlendiği İzmir-Çiğli AAT'de kireç stabilizasyonu yapılmaktadır; Antalya-Lara ve İzmir-Güneybatı AAT'lerinde çamur stabilizasyonu uygulaması mevcut değildir. İleri arıtma ile N ve P gideriminde etkin prosesler olan A2O sistemlerine sahip tesislerde, çamur kekinde elde edilen yüksek toplam azot değerleri UHAÇ sistemlerinde elde edilen değerlere yakın olduğu görülmektedir.

BNR proseslerinin uygulandığı tesislerde (BUSKİ ve MESKİ), Kış dönemi numunelerinin toplam azot değerleri %2.31 ve %2.14; Yaz numunelerinde ise %3.4 ve %4.3 olarak belirlenmiştir. Her iki tesis için Kış ve Yaz döneminde birbirine yakın değerler belirlenmiştir.

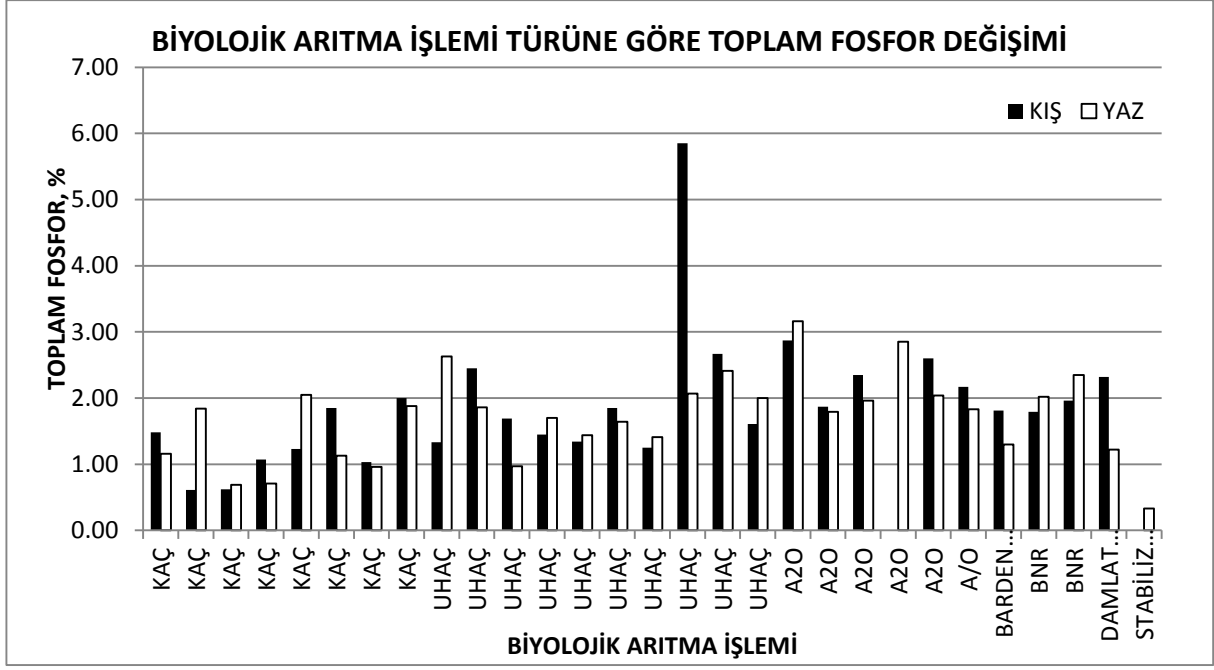
Bu tesislerden BUSKİ’de kireç stabilizasyonu, MESKİ’de ise anaerobik çürütücü uygulaması vardır.

DF prosesinin uygulandığı Manisa kentsel AAT’den alınan orijinal çamur kekinde toplam azot değerleri Kış döneminde %2.4 ve Yaz döneminde %3.3 olarak ölçülmüştür. Aerobik çamur stabilizasyonu uygulaması olan bu tesis için elde edilen toplam azot değerleri, anaerobik stabilizasyon uygulaması yapılan KASKİ ve MESKİ için elde edilen değerlere yakındır.

SH uygulaması olan ve sadece Yaz örnekleme yapılan Şanlıurfa evsel AAT’de toplam azot değeri %0.9 olarak belirlenmiş olup, diğer tüm prosesler içinde ölçülen en düşük değerdir.



Şekil 7.37 : Biyolojik Arıtma İşlemi Türüne Göre Çamur Keki TN Değerlerinin Değişimi



Şekil 7.38 : Biyolojik Arıtma İşlemi Türüne Göre Çamur Keki TP Değerlerinin Değişimi

Orijinal çamur keki numunelerinde toplam fosfor değerlerinin AAT'lerinde kullanılan biyolojik proseslere değişimleri incelendiğinde; KAÇ proseslerinde Kış dönemi örneklerinde toplam fosfor değerlerinin %0.61 (Elazığ) ile %2.00 (Tatlar-Ankara) aralığında; Yaz dönemi örneklerinde %0.69 (Erzincan) ile %2.05 (Denizli) aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

UHAÇ proseslerinde Kış dönemi örneklerinde toplam fosfor değerleri %1.25 (Bafra-Samsun) ile %5.85 (Bahçeşehir) aralığında; Yaz dönemi örneklerinde %0.97 (Siirt) ile %2.63 (Antalya-Kemer) aralığında değişim göstermiştir. Kış ve Yaz dönemi örneklerinde en yüksek değer Marmara Bölgesinde yer alan Bahçeşehir ve Akdeniz Bölgesinde yer alan Antalya-Kemer AAT'lerine aittir. Çamur kekindeki toplam fosfor değerleri, UHAÇ sistemlerinde KAÇ sistemlerine göre daha yüksek değerlerdedir.

A2O proseslerinde çamur kekinde toplam fosfor değerleri, Kış dönemi örneklerinde %1.87 (İzmir-Çiğli) ile %2.60 (KASKİ) aralığında; Yaz dönemi örneklerinde %1.79 (İzmir-Çiğli) ile %3.16 (Antalya-Lara) aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. İleri arıtma ile N ve P gideriminde etkin prosesler olan A2O sistemlerine sahip tesislerde, çamur kekinde elde edilen UHAÇ ve KAÇ sistemlerine göre daha yüksek değerlerdedir.

BNR proseslerinin uygulandığı tesislerde (MESKİ ve BUSKİ), Kış dönemi numunelerinin toplam fosfor değerleri %1.79 ve %1.96; Yaz numunelerinde ise %2.02 ve %2.35 olarak belirlenmiştir. Yaz dönemi değerleri Kış dönemi değerlerine göre daha yüksektir.

DF prosesinin uygulandığı Manisa kentsel AAT'den alınan orijinal çamur kekinde toplam fosfor değerleri Kış döneminde %2.32 ve Yaz döneminde %1.22 olarak ölçülmüştür.

SH uygulaması olan ve sadece Yaz örnekleme yapılan Şanlıurfa evsel AAT'de toplam fosfor değeri %0.33 olup, diğer tüm prosesler içinde ölçülen en düşük değerdir.

Toplam Organik Karbon(TOC) – Çözünmüş Organik Karbon (DOC)

Kış ve Yaz döneminde alınan orijinal çamur keki örneklerinde belirlenen TOC değerlerinin ve eluatta belirlenen DOC değerlerinin AAT'lerinde kullanılan biyolojik proseslere göre değişimi Şekil 7.39 ve Şekil 7.40'da verilmektedir. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde,KAÇ prosesine sahip olan tesislerde çamur keki TOC değerlerinin Kış dönemi örneklerinde 225 g/kg ile 403 g/kg arasında; Yaz dönemi örneklerinde ise 200 g/kg ile 353 g/kg arasında değiştii belirlenmiştir.

UHAÇ prosesine sahip olan tesislerde çamur keki TOC değerlerinin Kış dönemi örneklerinde 228 g/kg ile 390 g/kg arasında; Yaz dönemi örneklerinde ise 260 g/kg ile 409 g/kg arasında değiştii belirlenmiştir.

A2O prosesine sahip olan tesislerde çamur keki TOC değerlerinin Kış dönemi örneklerinde 256 g/kg ile 325 g/kg arasında; Yaz dönemi örneklerinde ise 240 g/kg ile 348 g/kg arasında değiştii belirlenmiştir.

BNR prosesine sahip olan tesislerde çamur keki TOC değerlerinin Kış dönemi örneklerinde 227 g/kg ve 288 g/kg; Yaz dönemi örneklerinde ise 250 g/kg ve 283 g/kg olarak ölçülmüştür.

DF prosesine sahip olan tesiste çamur keki TOC değerlerinin Kış dönemi örneğinde 237 m/kg ve Yaz dönemi örneğinde ise 294 m/kg olarak belirlenmiştir.

SH olan tek tesis olan Şanlıurfa'da tüm tesislere göre en düşük çamur keki TOC değeri olan 84 m/kg değeri elde edilmiştir.

Kış ve Yaz dönemlerinde alınan orijinal çamur keki numunelerinde ölçülen bu değerlerin birbirine yakın değerler olması; AAT'lerinde kullanılan biyolojik proseslerin çamur kekindeki TOC değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Mevsimlik bir farklılık gözlenmemesinin yanı sıra, AAT'lerine gelen atıksuyun kentsel veya evsel karakterde olmasının da TOC değerleri üzerinde etkisinin olmadığını göstermektedir.

KAÇ sistemlerinin olduğu tesislerden 4 tanesinde anaerobik çürüme (Seyhan-Adana, Denizli, GASKİ-1, Tatlar-Ankara) uygulanmaktadır. Bu tesislerin orijinal çamur keki numunelerinde Kış döneminde ölçülen TOC değerleri sırasıyla 229 g/kg, 403 g/kg, 318 g/kg ve 225 g/kg'dır.

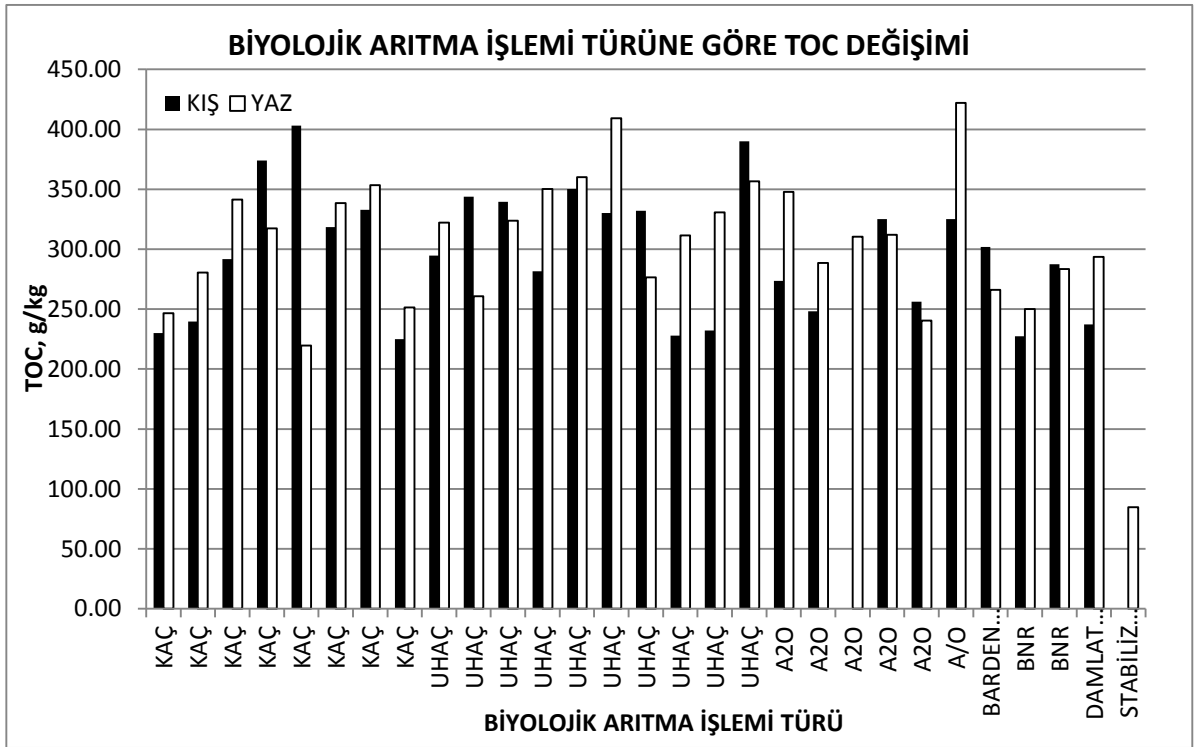
Bu tesislerden alınan çamur keki örnekleri kullanılarak hazırlanan eluatta ölçülen DOC içerikleri 460 mg/L, 3500 mg/L, 319 mg/L ve 491 mg/L olarak belirlenmiştir. Anaerobik stabilizasyon uygulaması olan bu tesislerden Seyhan-Adana ile Tatlar-Ankara tesislerinde hem orijinal çamur kekinde belirlenen TOC ve hem de eluatta ölçülen DOC değerleri bakımından birbirine yakın sonuçlar vermekle birlikte; Denizli AAT'de en yüksek TOC ve DOC değerleri belirlenmiştir. Aerobik çürüme uygulaması olan Van ve Yozgat tesisleri için TOC değerleri 374 g/kg ve 332 g/kg'dır. Bu tesislerin çamur kekinden hazırlanan eluatta DOC değerleri 2320 mg/L ve 574 mg/L olarak belirlenmiştir. KAÇ sistemine sahip olup çamur stabilizasyonu uygulanmayan Elazığ ve Erzincan AAT'lerinde çamur keki TOC değerleri 240 g/kg ve 292 g/kg ve eluatta DOC içerikleri 390 mg/L ve 342 mg/L olarak ölçülmüştür. Anaerobik veya aerobik çamur stabilizasyonu uygulanan ve çamur stabilizasyonu uygulanmayan tesisler için TOC ve DOC değerleri arasında önemli bir fark olmadığı gözlenmektedir. Örnekleme yapılan bütün tesisler için TOC değerleri, 26 Mart 2010 tarih ve 27533 nolu Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiş olan "Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik" EK-2B'de verilen "Tehlikesiz Atıkların Düzenli Depolanabilme Kriterleri" uyarınca, II. sınıf düzenli depolama tesisi: Belediye atıkları ile tehlikesiz atıkların depolanması için gereken altyapıya sahip tesislerde depolanması hali için değerlendirildiğinde, çamur keki örnekleme yapılan tüm tesisler için toplam organik karbon içeriklerinin yönetmelikte bu sınıftaki atıklar için verilen 50 g/kg değerinin çok üzerinde olduğu görülmektedir.

UHAÇ sistemlerinin uygulandığı tesislerden, Düzce Merkez ve Bafra-Samsun AAT'lerinde aerobik çürüme sistemi; Malatya AAT'de kireç stabilizasyonu uygulanmaktadır. Bu tesislerin orijinal çamur keki numunelerinde Kış döneminde ölçülen TOC değerleri sırasıyla 282 g/kg, 330 g/kg ve 295 g/kg'dır. Bu tesislerden alınan çamur keki örnekleri kullanılarak hazırlanan eluatta ölçülen DOC içerikleri 445 mg/L, 372 mg/L ve 1680 mg/L olarak belirlenmiştir. Diğer tesislerde çamur stabilizasyonu uygulaması mevcut değildir.

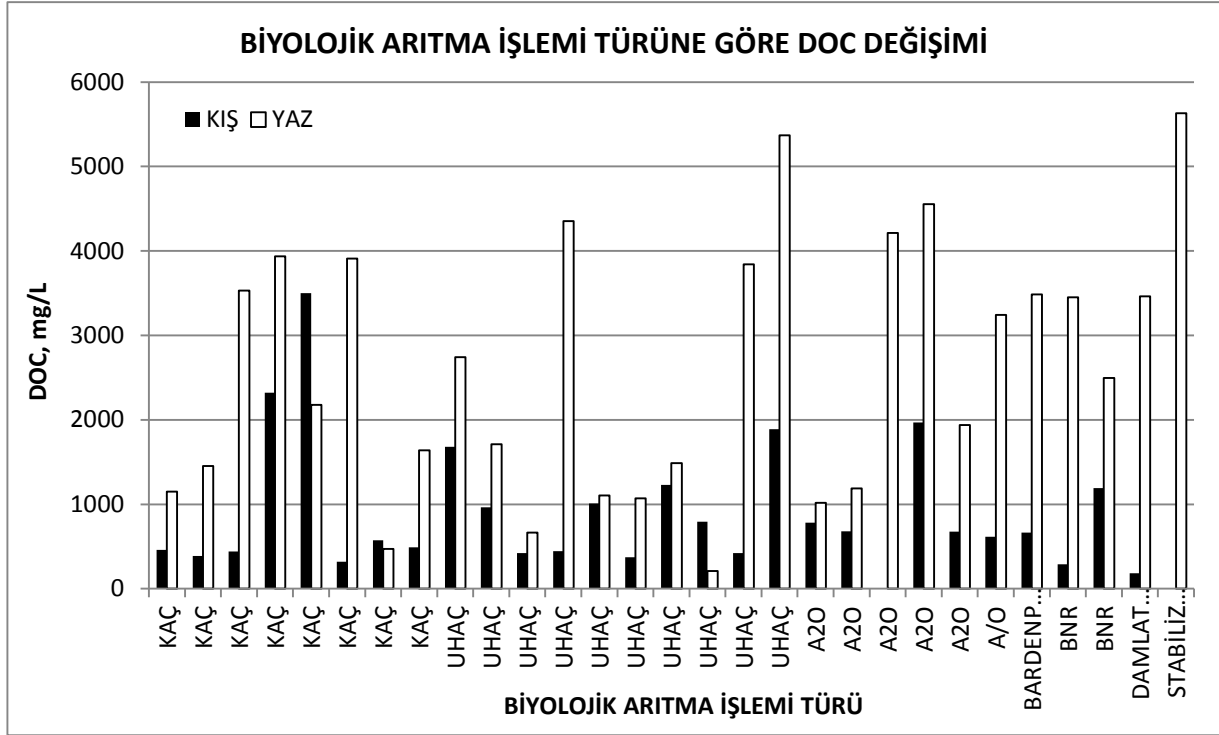
A2O sistemlerinden çamur stabilizasyonu uygulaması olmayan Antalya-Lara ve İzmir-Foça AAT'lerinde orijinal çamur keki numunelerinde Kış döneminde ölçülen TOC değerleri sırasıyla 325 g/kg ve 248 g/kg'dır. Bu tesislerden alınan çamur keki örnekleri kullanılarak hazırlanan eluatta ölçülen DOC içerikleri 1970 mg/L ve 678 mg/L olarak belirlenmiştir. Anaerobik çamur stabilizasyonu uygulaması olan KASKİ AAT'de ve kireç stabilizasyonu uygulaması olan İzmir-Çiğli AAT'de Kış döneminde ölçülen TOC değerleri sırasıyla 256 g/kg ve 274 g/kg'dır. Bu tesislerden alınan çamur keki örnekleri kullanılarak hazırlanan eluatta ölçülen DOC içerikleri 676 mg/L ve 783 mg/L olarak belirlenmiştir.

BNR uygulamasının olduğu tesislerden BUSKİ’de kireç stabilizasyonu, MESKİ’de ise anaerobik çürütücü uygulaması vardır. Bu tesislerde Kış ve Yaz dönemi numunelerinde TOC değerleri sırasıyla 288 g/kg ve 227g/kg; 283 g/kg ve 250g/kg’dir. Bu tesislerden alınan çamur keki örnekleri kullanılarak hazırlanan eluatta ölçülen DOC içerikleri 1190 mg/L ve 289 mg/L; 2497 mg/L ve 1453 mg/L olarak belirlenmiştir.

Çamur stabilizasyonu olan tesislerde TOC değerlerinin diğer tesislere göre daha düşük değerlerde olduğu, ancak yine de Yönetmelik sınır değerinin çok üzerinde olduğu görülmektedir.



Şekil 7.39 : Biyolojik Arıtma İşlemi Türüne Göre Çamur Kekiinde TOC Değişimi

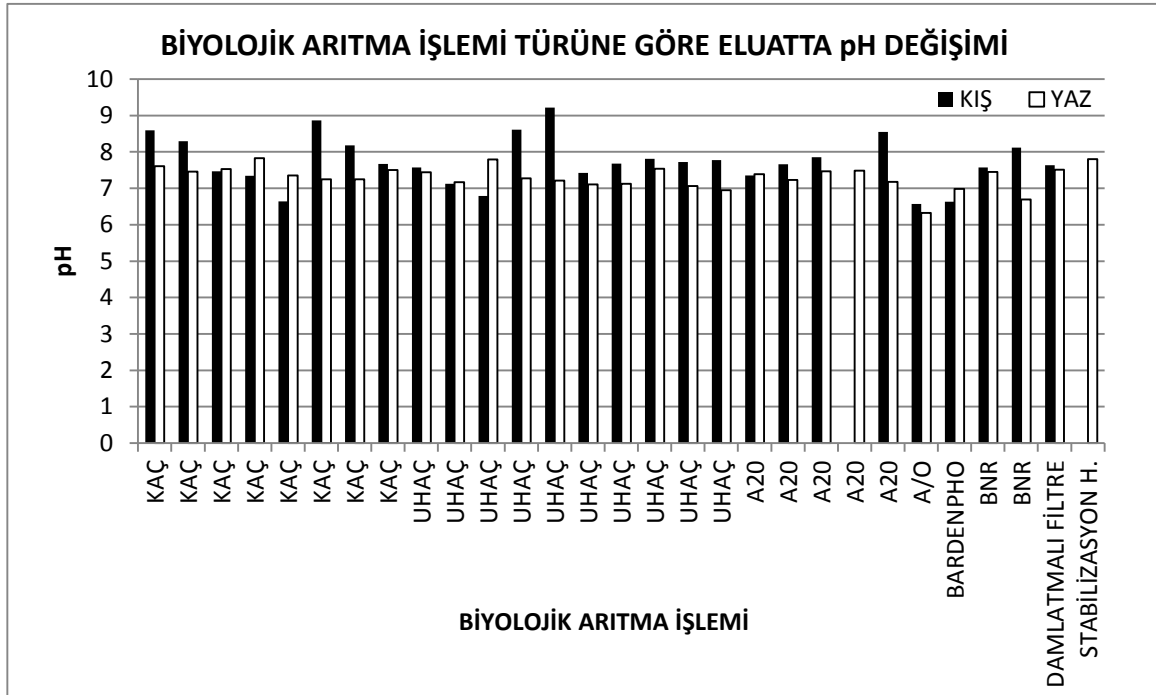


Şekil 7.40 : Biyolojik Arıtma İşlemi Türüne Göre Eluatta DOC Değişimi

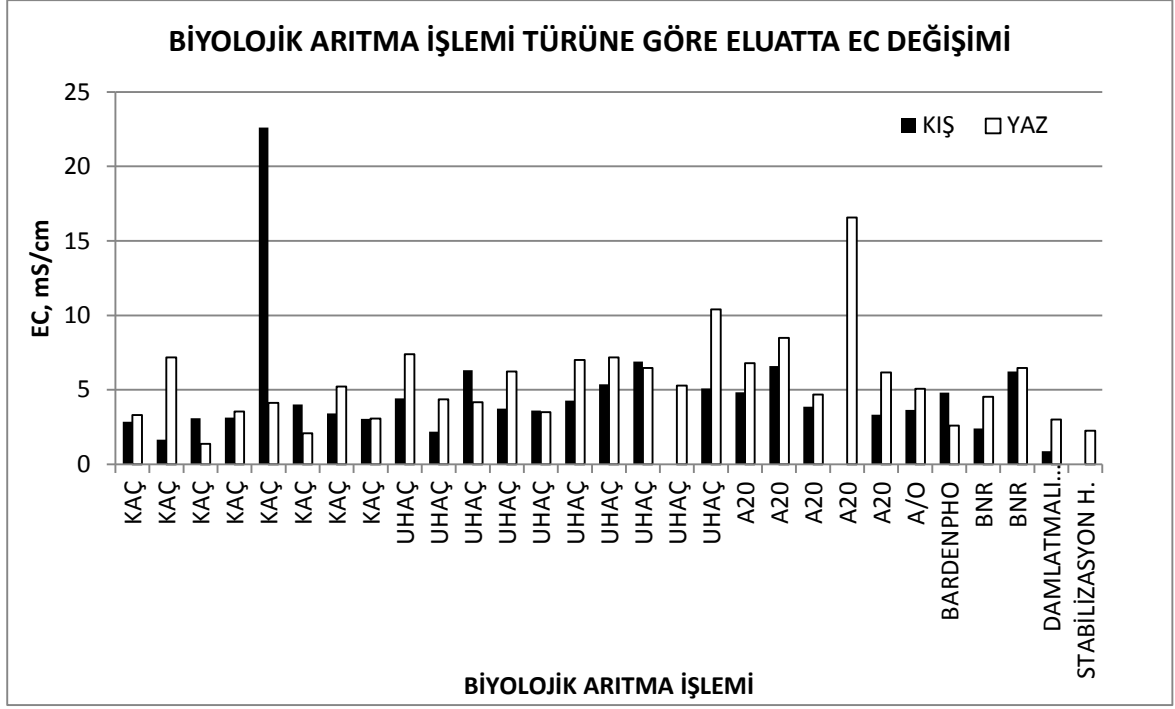
Eluatta pH, Elektriksel İletkenlik ve Toplam Çözünmüş Katılar(TDS)

Orijinal çamur keki numunelerinin pH ve elektriksel iletkenlik değerlerinin AAT'lerinde kullanılan biyolojik proseslere göre değişimi Şekil 7.41 ve Şekil 7.42'da; TDS değişimleri ise Şekil 7.43'de verilmektedir. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, çamur keki numunelerinin pH değerlerinin nötral seviyelerde olduğu, yıl içinde ve biyolojik proses türüne bağlı olarak önemli salınımların olmadığı görülmektedir. Elektriksel iletkenlik değerlerinde ise Kış ve Yaz mevsimleri itibariyle önemli salınımlar olduğu gözlenmektedir. Kış dönemi çamur keki örneklerinde elektriksel iletkenlik değerleri 224-895 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında değişmektedir. Bu dönemde ölçümlenen en yüksek değerler, KAÇ proseslerinden oluşan Ankara Tatlar (895 $\mu\text{S}/\text{cm}$), Denizli (803 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ve GASKİ-1 (759 $\mu\text{S}/\text{cm}$) AAT'den alınan çamur keki örneklerine aittir. Yaz dönemi çamur keki örneklerinde elektriksel iletkenlik değerlerinin 160-3900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında salınım gösterdiği belirlenmiştir. Yaz döneminde en yüksek değerlerin elde edildiği örnekler, A2O proseslerinin uygulandığı Foça (3900 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ve Güneybatı (3850 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ile UHAÇ prosesine sahip olan Karamürsel Kocaeli (2440 $\mu\text{S}/\text{cm}$) AAT'lerinden alınan çamur keki örnekleridir. Kıyı bölgelerde yer alan bu tesislerde Yaz dönemi numunelerindeki elektriksel iletkenlik değerlerinin bu kadar yüksek olması, uygulanan biyolojik sistemden ziyade, yaz döneminde aşırı su tüketimi nedeniyle yeraltı suyu seviyesinin düşmesi sonucu tuzlu su girişiminin olduğunun bir göstergesi olarak yorumlanabilir. Hem evsel hem de kentsel

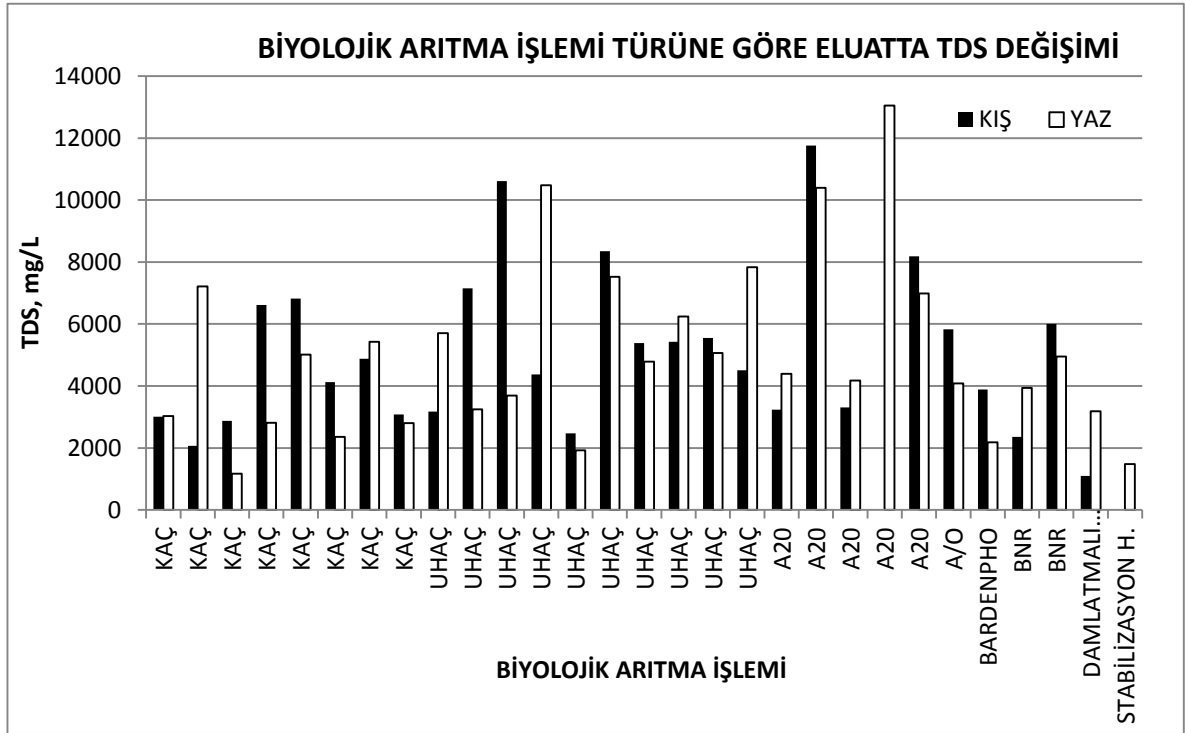
atıksu arıtma tesislerinde, kış dönemi örneklemede EC değerleri ortalama 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ civarında iken, yaz dönemi örneklemede önemli oranda artışlar olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte yaz döneminde evsel nitelikli AAT'lerde (605-3900 $\mu\text{S}/\text{cm}$) kentsel tesislere (490-2420 $\mu\text{S}/\text{cm}$) oranla daha büyük artışlar saptanmıştır. Gerek evsel gerekse kentsel nitelikli AAT'ler için en yüksek değerlerin elde edildiği Foça (3900 $\mu\text{S}/\text{cm}$), Güneybatı (3850 $\mu\text{S}/\text{cm}$) evsel AAT ve Çiğli kentsel nitelikli AAT (2420 $\mu\text{S}/\text{cm}$) infiltrasyonla tuzlu su girişinin olduğu kıyı bölgesinde yer alan tesislerdir. Belirtilen bu tesislerde kanalizasyon sistemi bileşik sistemdir. EC değerlerinin kanalizasyon sisteminin ayrık ya da bileşik olmasına göre değerlendirmesinde kış dönemi örneklerine göre yaz dönemi örneklerinin EC değerleri daha yüksektir. Yaz döneminde yüksek olan bu değerler ayrık kanalizasyon sistemine sahip AAT'lerde daha düşüktür. Ayrık sisteme sahip AAT'lerin bileşik sisteme sahip AAT'lere göre daha düşük EC değerlerine sahip olmasında önemli bir etken daha büyük çaplara sahip bileşik kanalizasyon sistemine olabilecek infiltrasyon miktarlarının fazla olması olarak düşünülebilir.



Şekil 7.41 : Biyolojik Arıtma İşlemi Türüne Göre Eluatta pH Değişimi



Şekil 7.42 : Biyolojik Arıtma İşlemi Türüne Göre Eluatta EC Değişimi



Şekil 7.43 : Biyolojik Arıtma İşlemi Türüne Göre Eluatta TDS Değişimi

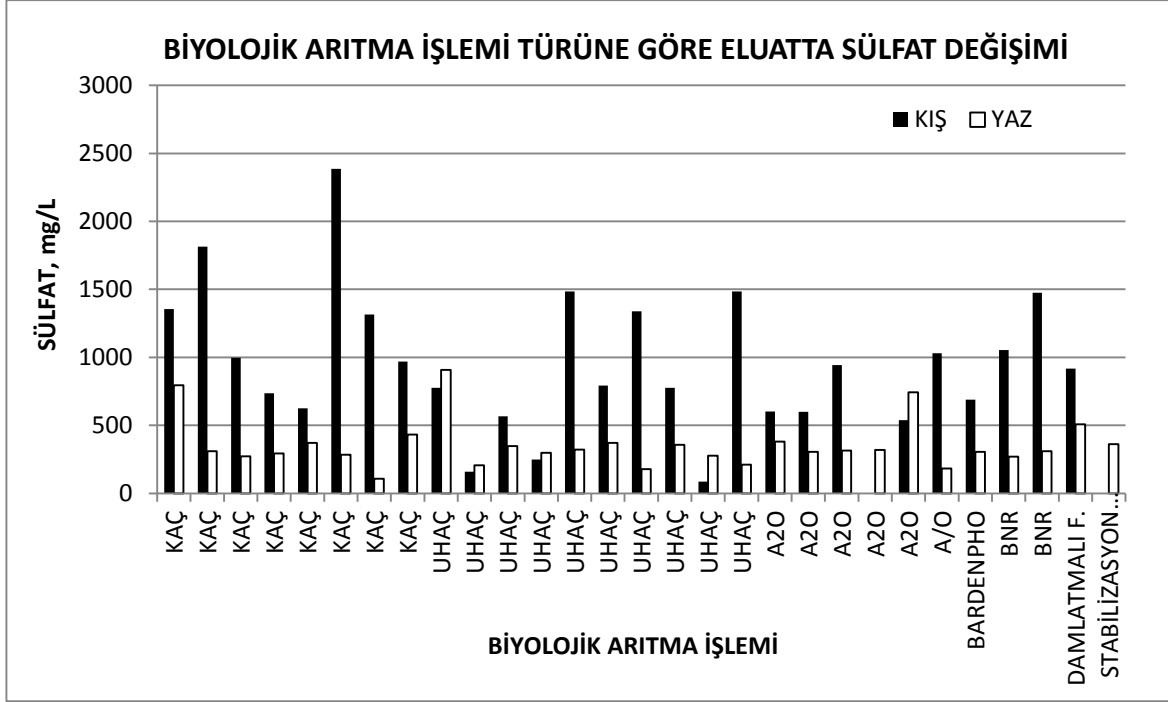
Eluatta Sülfat, Klorür, Florür ve Fenol

Orijinal çamur keki numunelerinin Sülfat, Klorür, Florür ve Fenol değerlerinin AAT'lerinde kullanılan biyolojik proseslere göre değişimi Şekil 7.44 - Şekil 7.47 arasında verilmektedir.

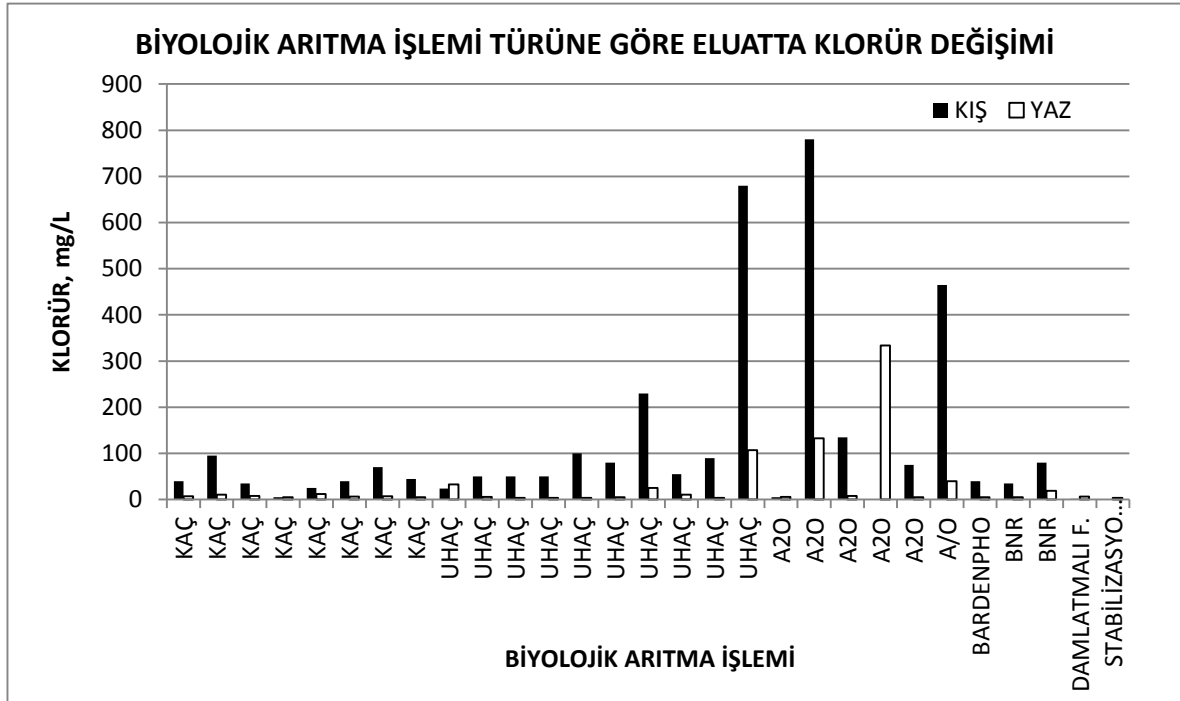
Kış döneminde florür konsantrasyonlarının <0.1 mg/L gibi düşük değerde olduğu Antalya-Lara (A2O), Antalya-Kemer (UHAÇ), Manisa (DF), Düzce UHAÇ) ve 19 Mayıs-Samsun (A/O)'dur. En yüksek değer ise Van (KAÇ) için 2.87 mg/L arasında değiştiği; Yaz döneminde ise Malatya (UHAÇ), Erzincan (KAÇ), GASKİ-2 (Bardenpho), Tatlar-Ankara(KAÇ), 19 Mayıs-Samsun (A/O) AAT'lerinde <0.1 mg/L gibi düşük değerde; Elazığ(KAÇ) için 4.46 mg/L arasında değiştiği belirlenmiştir. Eluatta florür konsantrasyonlarının kullanılan biyolojik proses ile ilişkilendirilmesinden çok gelen atıksu karakterine bağlı olduğu düşünülmektedir.

Eluat örneklerinde Kış döneminde korür konsantrasyonlarının 2 mg/L (Manisa-DF) ile 780 mg/L (İzmir-Çiğli-A2O) arasında değiştiği; Yaz döneminde ise 4 mg/L (Siirt-UHAÇ, Şanlı Urfa-SH, Nevşehir-UHAÇ, Düzce-UHAÇ, Kocaeli-Kullar-UHAÇ) ile 334 mg/L (İzmir-Güneybatı-A2O) arasında değiştiği belirlenmiştir.

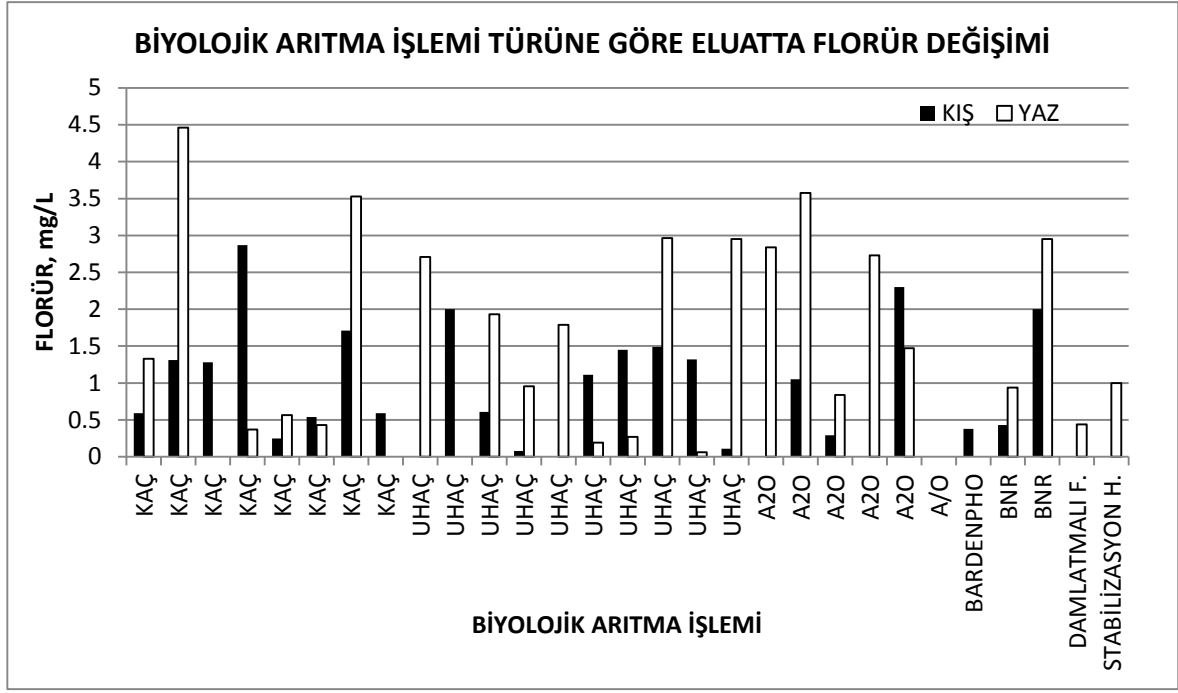
Kış döneminde sülfat konsantrasyonlarının en düşük değer olarak UHAÇ prosesine sahip olan Kullar-Kocaeli için 86.5 mg/L ile en yüksek değer olarak KAÇ prosesinin uygulandığı GASKİ-1 için 2385 mg/L arasında değiştiği; Yaz döneminde ise en düşük değer KAÇ prosesinin uygulandığı Yozgat için 108 mg/L ve en yüksek değer olarak UHAÇ prosesine sahip olan Antalya-Kemer için 909 mg/L arasında değiştiği belirlenmiştir. Fenol konsantrasyonlarının ise Kış dönemi için DF prosesine sahip olan Manisa için 3.67 mg/L ile UHAÇ prosesine sahip olan Akçakoca için 38.27 mg/L arasında; Yaz dönemi için Bardenpho prosesinin uygulandığı GASKİ-2 için 4.8 mg/L ile UHAÇ prosesine sahip olan Nevşehir için 55.6 mg/L arasında değiştiği görülmektedir.



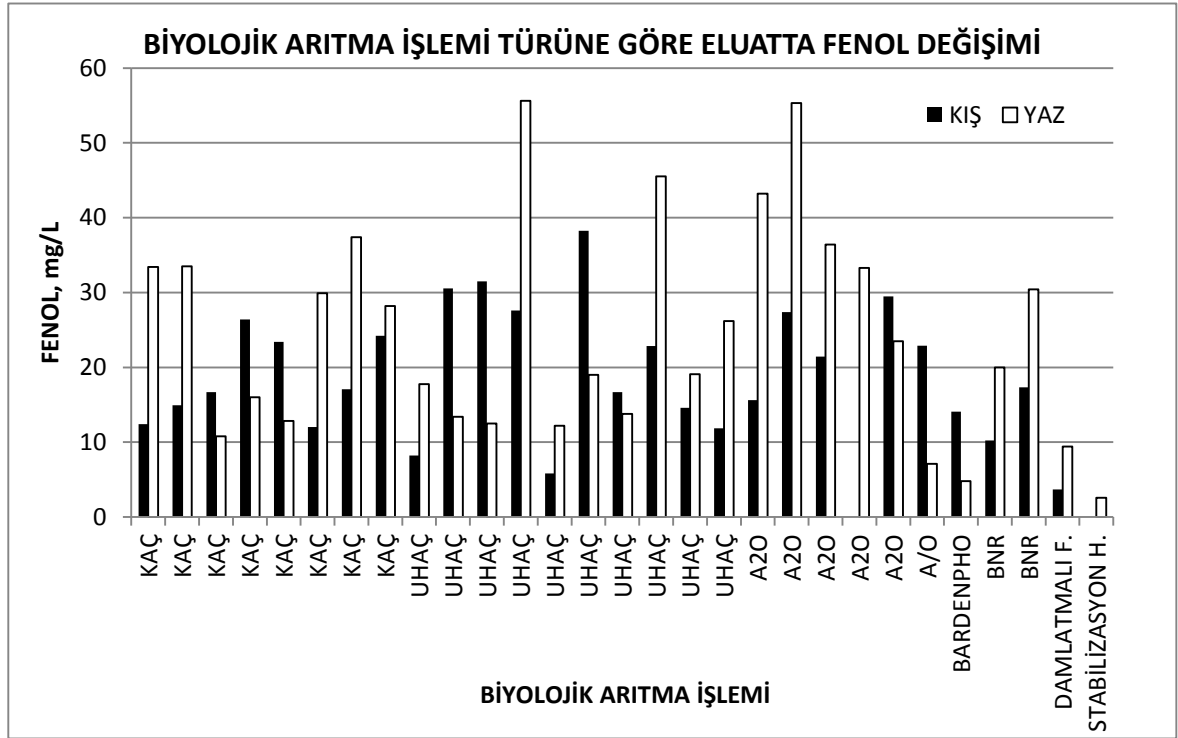
Şekil 7.44 : Biyolojik Arıtma İşlemi Türüne Göre Eluatta Sülfat Değişimi



Şekil 7.45 : Biyolojik Arıtma İşlemi Türüne Göre Eluatta Klorür Değişimi



Şekil 7.46 : Biyolojik Arıtma İşlemi Türüne Göre Eluatta Florür Değişimi

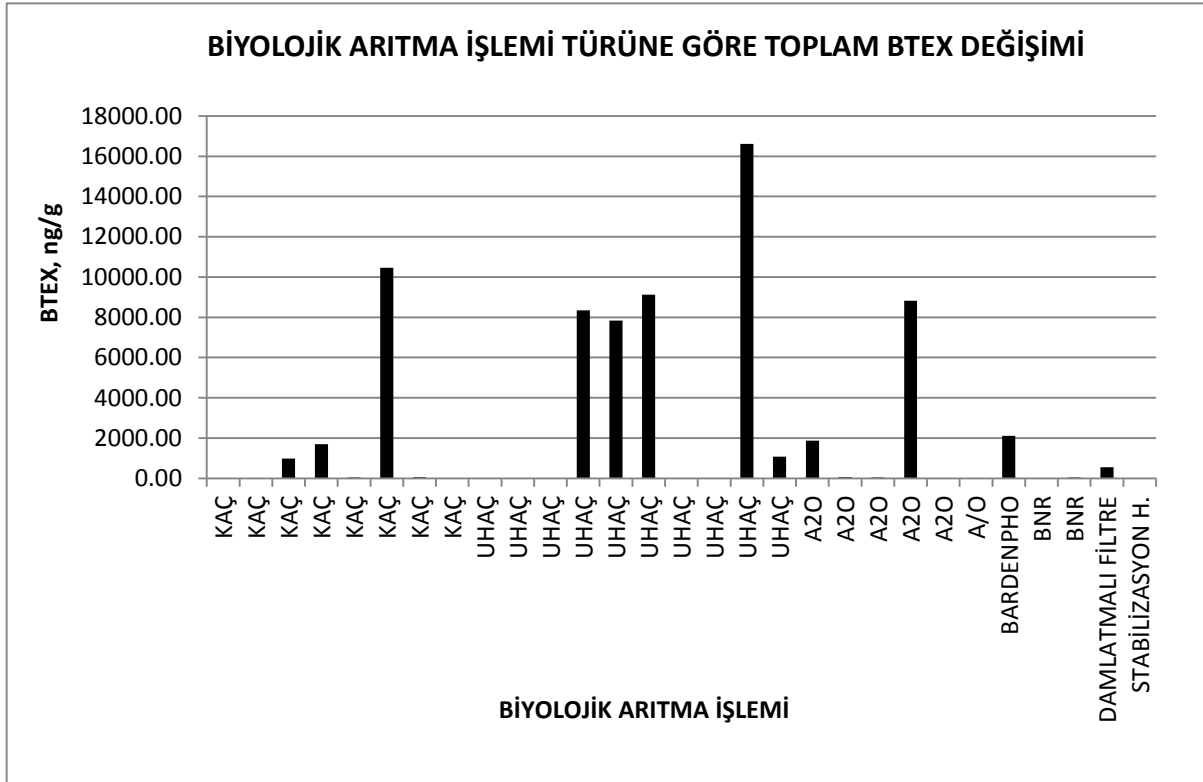


Şekil 7.47 : Biyolojik Arıtma İşlemi Türüne Göre Eluatta Fenol Değişimi

Çamur Kekiinde Toplam BTEX

Yaz dönemi orijinal çamur keki örneklerinde yapılan Toplam BTEX değerlerine göre bir değerlendirme yapıldığında, en düşük 0.25 ng/g Antalya-Kemer AAT'nde ve en yüksek 16608,63 ng/g (Malatya) değerleri arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 7.48).

Orijinal çamur keki örnekleme yapılan tesislerde ölçülen BTEX değerleri için mevzuata göre bir değerlendirme yapıldığında, 26 Mart 2010 tarih ve 27533 nolu Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiş olan “Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik”te EK-2B’de verilen “Tehlikesiz Atıkların Düzenli Depolanabilme Kriterleri” uyarınca, II. sınıf düzenli depolama tesisi: Belediye atıkları ile tehlikesiz atıkların depolanması için gereken altyapıya sahip tesislerde depolanması durumunda BTEX parametresi için verilmiş sınır değer yoktur. EK-2A’da verilen “İnert Atıkların Düzenli Depolanabilme Kriterleri” çerçevesinde III. Sınıf düzenli depolama tesisi için değerlendirildiğinde, çamur keki örnekleme yapılan 6 tesis için (Kullar-Kocaeli, Malatya, Bafra-Samsun, KASKİ, Yozgat ve Nevşehir) yönetmelikte inert atıklar için verilen 6 mg/kg (6000 ng/g) değerlerinin aşıldığı 6 tesisten, Kullar-Kocaeli, Malatya, Bafra-Samsun ve Nevşehir UHAÇ prosesine sahip olan tesislerdir. KASKİ’de A2O prosesi ve Yozgat’ta KAÇ prosesi uygulanmaktadır. Sınır değerini aştığı bu tesislerden KASKİ ve Bafra-Samsun dışındaki tesisler evsel AAT’leridir. Bu tesislerden Kullar-Kocaeli ve Nevşehir AAT’lerinde çamur stabilizasyonu uygulaması yoktur. Malatya’da kireç stabilizasyonu, Bafra-Samsun ve Yozgat AAT’lerinde aerobik stabilizasyon uygulanmaktadır.



Şekil 7.48 : Biyolojik Arıtma İşlemi Türüne Göre Çamur Keki Toplam BTEX Değişimi

Orijinal Çamur Keki Numunelerinin LAS (Linear Alkyl BenzenSulfonate) Analizleri

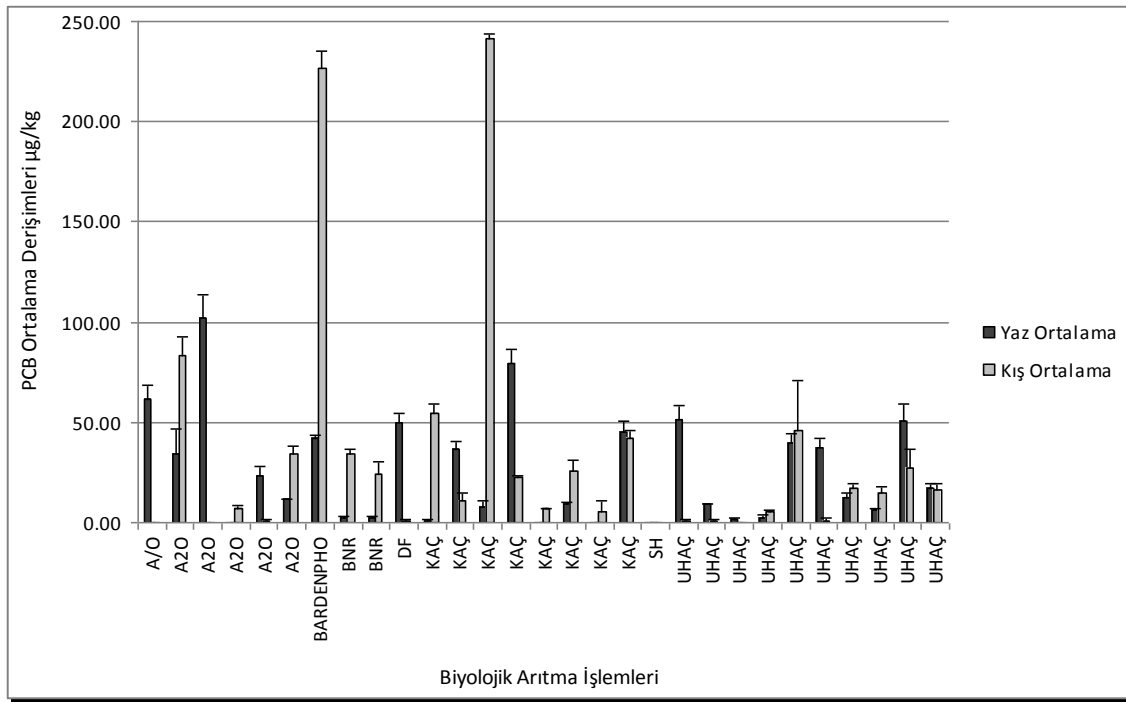
LAS (Linear Alkyl Benzen Sulfonate) Analizleri, Yaz Dönemi numunelerinden 10 tanesinde ölçülmüştür. Çek Cumhuriyeti'nde ALS Laboratory Group'a yaptırılan orijinal çamur keki örneklerine ait LAS analizi sonuçlarına göre, ölçülen LAS değerleri <120 mg/kg ve 3900 mg/kg arasında değiştiği görülmektedir.

3 Ağustos 2010 tarih ve 27661 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe girmiş olan "Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik" Ek I-C' deLAS için verilen sınır değer olan 2600 mg/kg değeri ile karşılaştırıldığında, örnekleme yapılan tesislerden sadece Seyhan-Adana AAT'den alınan çamur kekinde 3900 mg/kg değeri ile sınır değerini aştığı, diğer 9 tesiste sınır değerinin oldukça altında değerler elde edildiği görülmektedir. Seyhan-Adana, kentsel AAT tesisi olup, KAÇ prosesi uygulanmaktadır ve çamur stabilizasyonu olarak anaerobik çürütücü mevcuttur.

7.3.2. ODTÜ Grubu Tarafından Yürütülen Çalışmalar

Arıtma Çamurlarının PCB Analizlerinin Biyolojik Arıtma Prosesine Göre Değerlendirmesi

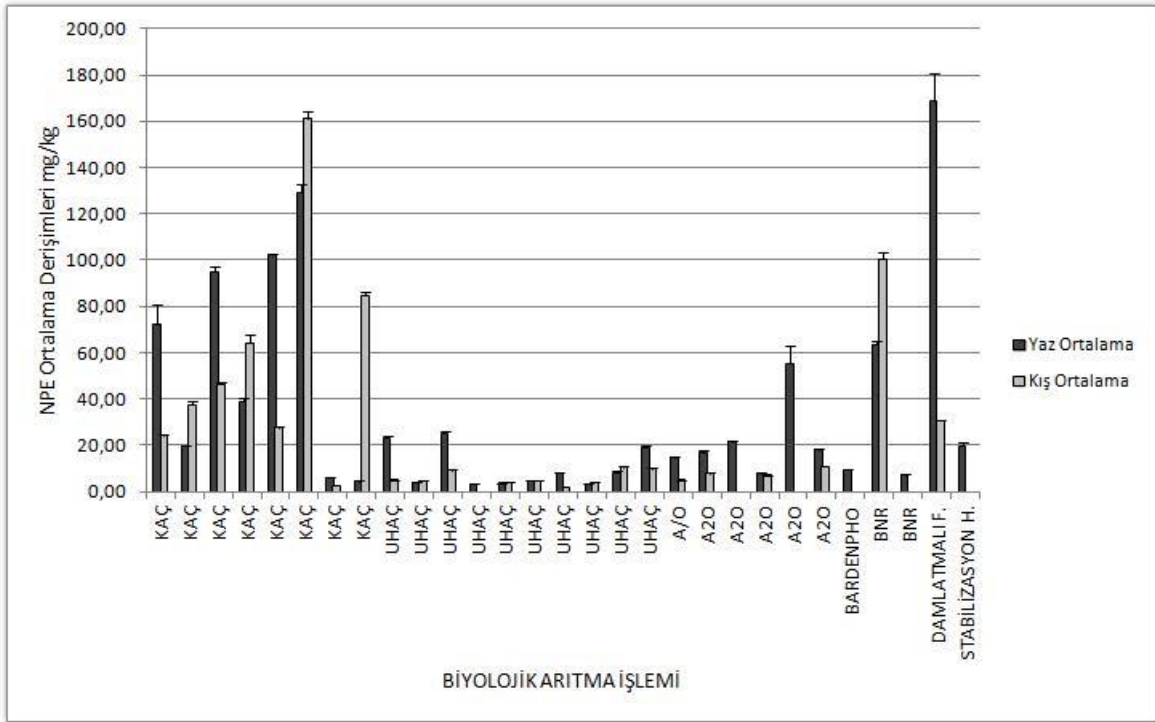
Çamur keki numunelerinin PCB derişimlerinin biyolojik arıtma proseslerine göre dağılımı Şekil 7.49'da verilmektedir. Derişimlerin arıtma proseslerine göre herhangi bir özel kümelenme göstermediği ortaya çıkmaktadır. Genel olarak hidrofobik karakterde olan PCBler, partikül maddelere tutunmakta ve çamurda yoğunlaşmaktadır. Dolayısıyla, biyolojik arıtma proseslerinde temel PCB giderim mekanizması adsorpsiyondur. Buna göre UHAÇ, KAÇ ve diğer süreçlerde herhangi bir özel giderim farklılığı beklenmemekte ve sonuçlar da bunu doğrular niteliktedir.



Şekil 7.49 : Çamur PCB Derişimlerinin Biyolojik Arıtma Proseslerine Göre Dağılımı

Arıtma Çamurlarının NPE Analizlerinin Biyolojik Arıtma Prosesine Göre Değerlendirmesi

NPE'nin biyolojik atıksu arıtma süreçlerine göre değişimi Şekil 7.50'de verilmektedir. Şekilden son derece çarpıcı bir sonucu görmek mümkündür. NPE'nin en düşük olduğu tesisler UHAÇ tesisleridir. Bu durum istisnasız tüm UHAÇ tesisleri için geçerlidir. Bunun nedeni ise aerobik arıtım sırasında yeterli zaman tanınması durumunda nonil fenol polietoksilatların dönüşümlerini tamamlayarak nonilfenol karboksilatları oluşturması, nonilfenol karboksilatların ise NPE toplamında (NP+NP1EO+NP2EO) (ve yönetmeliklerde) yer almaması nedeniyle NPE'ye katkı vermemesi ile seviyelerin daha düşük olmasıdır. Benzer bir dönüşümün beklendiği KAÇ tesislerinde ise bekletme sürelerinin daha kısa olması nedeniyle dönüşümler aynı ölçüde gerçekleşmemiş ve NPE daha yüksek olarak ölçülmüştür. Bu da KAÇ tesislerindeki dönüşümlerin ancak ara ürünler bazında kaldığının bir göstergesi olarak algılanabilir. Diğer arıtım süreçlerinden KAÇ'a kıyasla daha yüksek çamur alıkonma süresi olan A/O ve A2O tesislerinin de düşük konsantrasyona yol açtığı görülebilir.



Şekil 7.50 : Çamur NPE Derişimlerinin Biyolojik Arıtma Proseslerine Göre Dağılımı

7.4. Atıksu Arıtma Tesisi Arıtma Kapasitesine Göre Değerlendirme

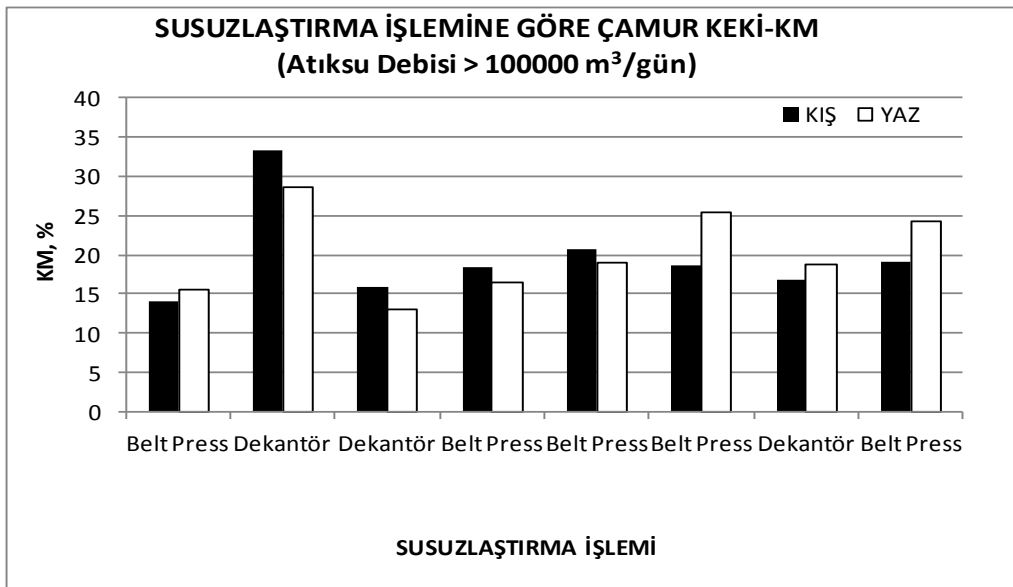
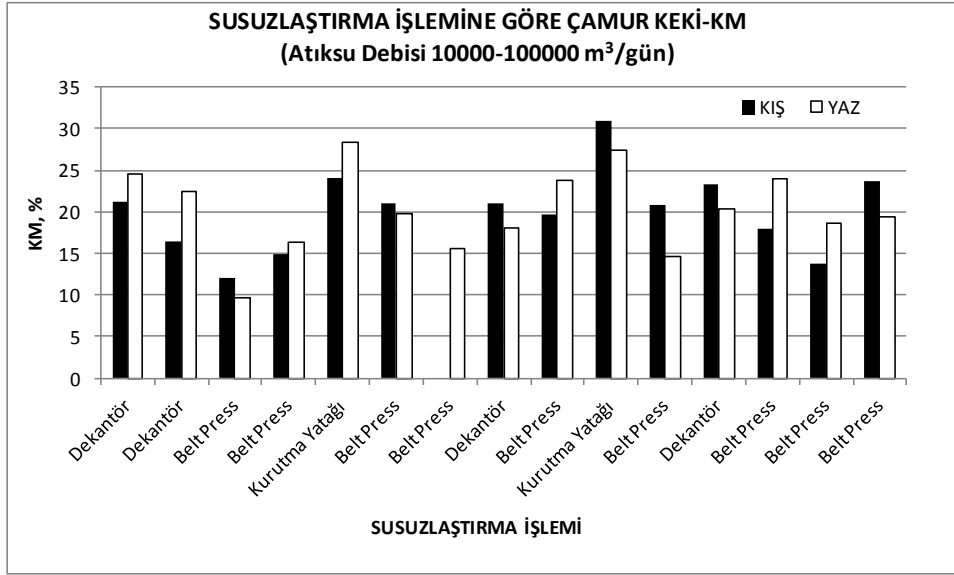
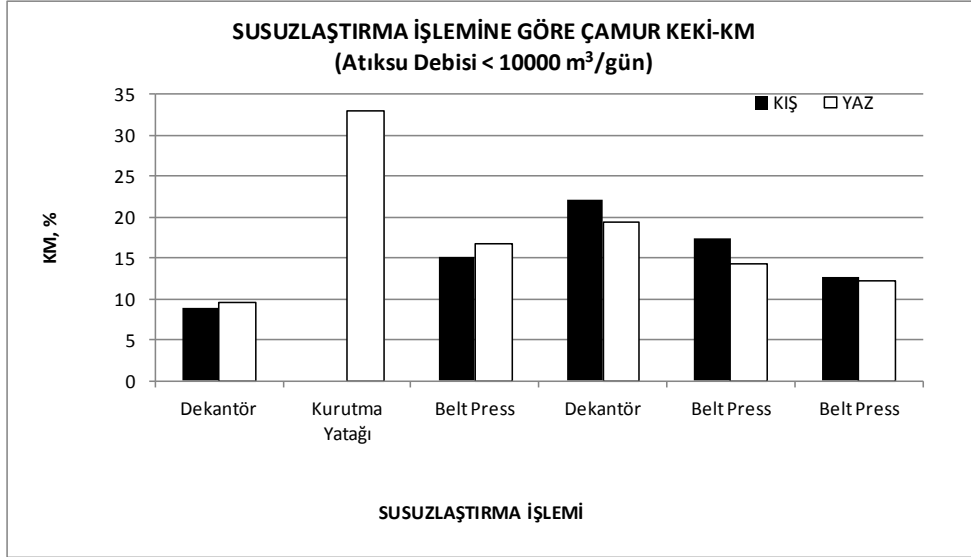
Bu kısımda IP7 kapsamında çamur keki örneklerinde gerçekleştirilen analizler, atıksu arıtma tesislerinin arıtım kapasitelerine göre üç kısımda değerlendirilmiştir:

- Atıksu debisi 10000 m³/gün'den küçük olan tesisler
- Atıksu debisi 10000 - 100000 m³/gün arasında olan tesisler
- Atıksu debisi 100000 m³/gün'den büyük olan tesisler

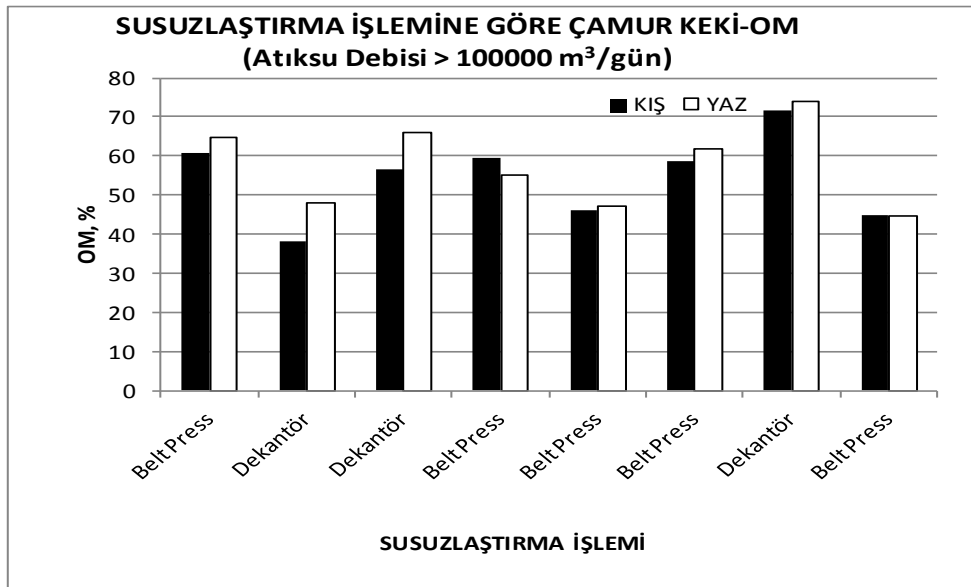
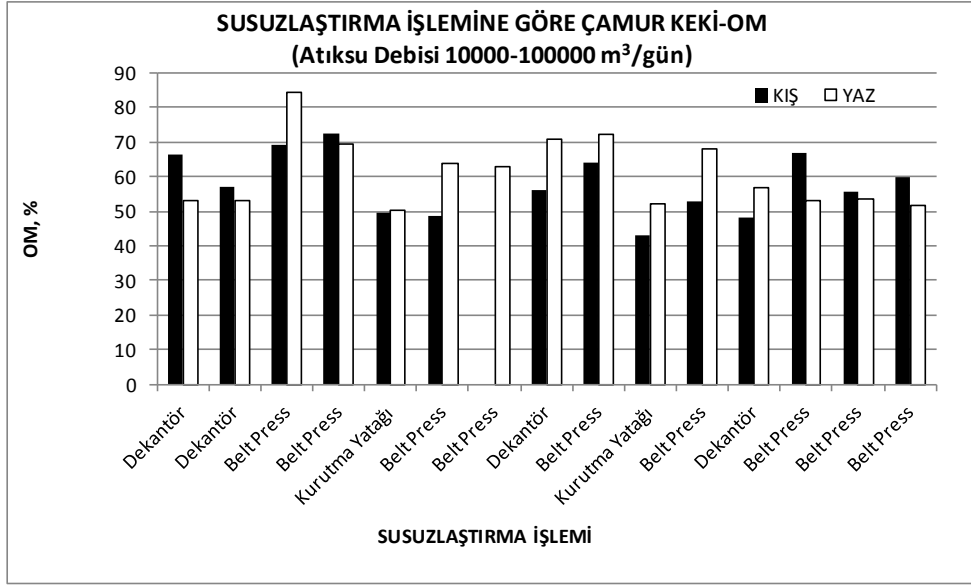
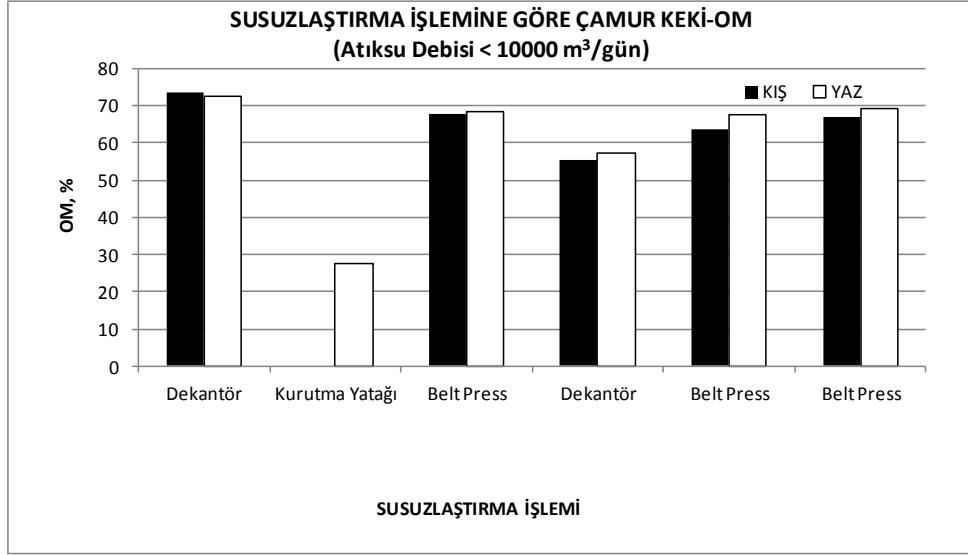
7.4.1. Orijinal Çamur Keki Katı Madde ve Organik Madde Analiz Sonuçları

Kış Dönemi ve Yaz Dönemi örneklemleri için seçilen tesislerin arıtım kapasiteleri ve uygulanan çamur susuzlaştırma işlemlerine göre elde edilen çamur keki katı madde ve organik madde sonuçları Şekil 7.51 ve Şekil 7.52'de grafiğe aktarılmıştır. Susuzlaştırma ünitesi olarak orta ve büyük ölçekli tesislerde mekanik susuzlaştırma ekipmanı (dekantör veya belt pres) kullanılmakta olup, nispeten daha iyi işletim koşullarının sağlandığı düşünülen bu kapasitedeki tesislerden dekantör kullananlarda daha yüksek KM değerleri beklendiği halde, bu değerlerin belt pres uygulayan tesislerden çok farklı olmadığı görülmektedir. Tesis kapasitesinden bağımsız olarak, mekanik susuzlaştırma ekipmanlarının uygun verim aralığında (özellikle dekantör santrifüjler için 1 tesis dışında) çalıştırılmadığı saptanmıştır. Kurutma yatağı olan küçük ve orta ölçekli (1 tesiste uygulanmakta) tesislerde KM değerleri %25-30 aralığında kalmaktadır.

Organik madde değerleri tesis kapasiteleri ve stabilizasyon ünitesinin var olup olmamasına göre ayrıca irdelenmiştir. Küçük tesislerin hiç birinde stabilizasyon işleminin uygulanmadığı görülmüş ve buna bağlı olarak da uygulanan susuzlaştırma işleminden bağımsız olarak, yazın kurutma yatağı olan 1 tesis dışında tamamında OM değerlerinin hemen hemen %60-70 aralığında kaldığı gözlenmiştir. Orta ölçekli tesislerde bu değer %50-70 aralığında olmakla birlikte, özellikle anaerobik stabilizasyon ünitesine sahip tesislerin OM değerlerinin %50 hatta bazı tesislerde daha düşük olduğu gözlenmiştir. Büyük ölçekli tesislerden özellikle iyi işletildiği bilinen ve stabilizasyon ünitesine sahip tesislerde %50'nin altında OM değerleri elde edilirken, susuzlaştırma işleminden bağımsız olarak hangi proses uygulanırsa uygulansın, stabilizasyon işlemi olmayan tesislerde OM değerleri %70 civarında ölçümlenmiştir.



Şekil 7.51 : AAT arıtma kapasitesi ve susuzlaştırma işlemine göre KM sonuçları



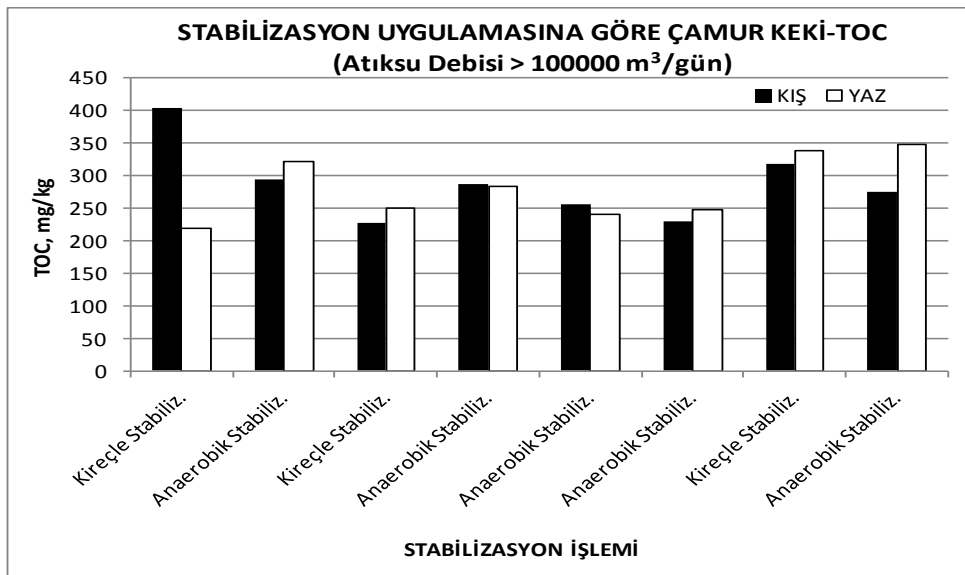
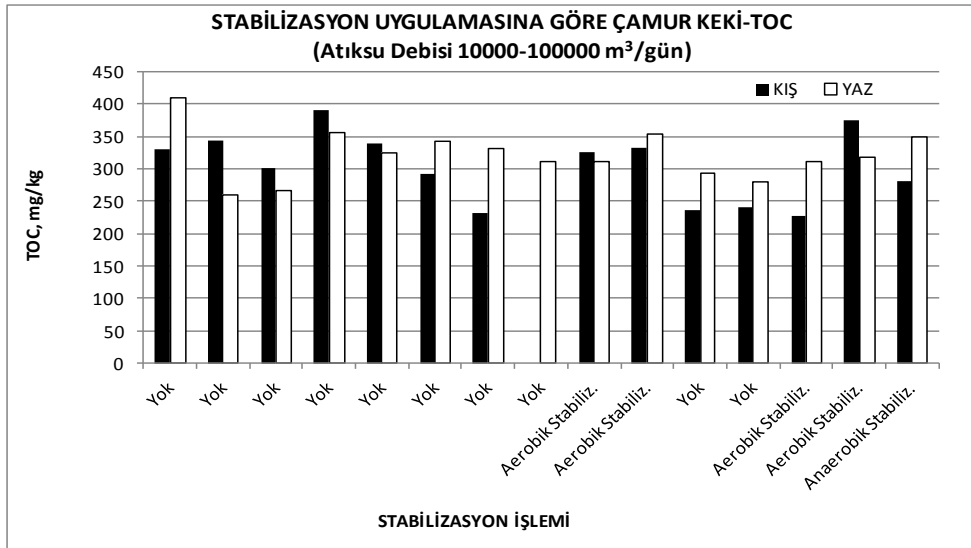
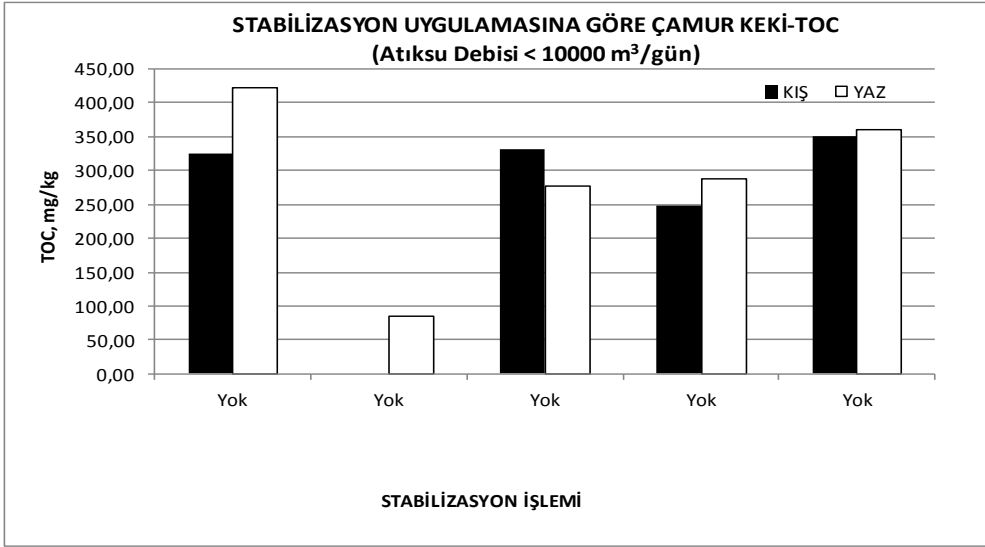
Şekil 7.52 : AAT arıtma kapasitesi ve susuzlaştırma işlemine göre OM sonuçları

7.4.2. Orijinal Çamur Keki Toplam Organik Karbon ve Eluat Çözünmüş Organik Karbon Analiz Sonuçları

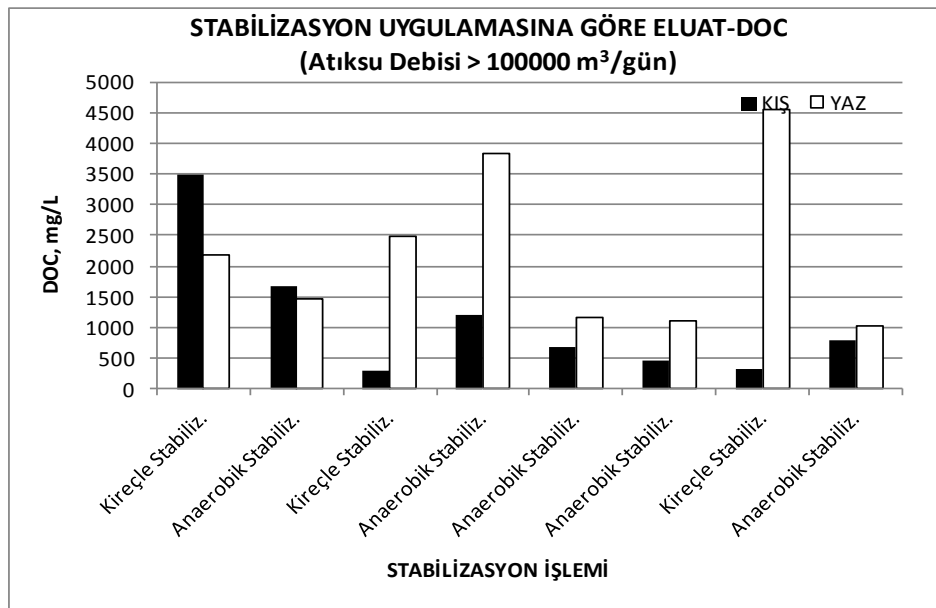
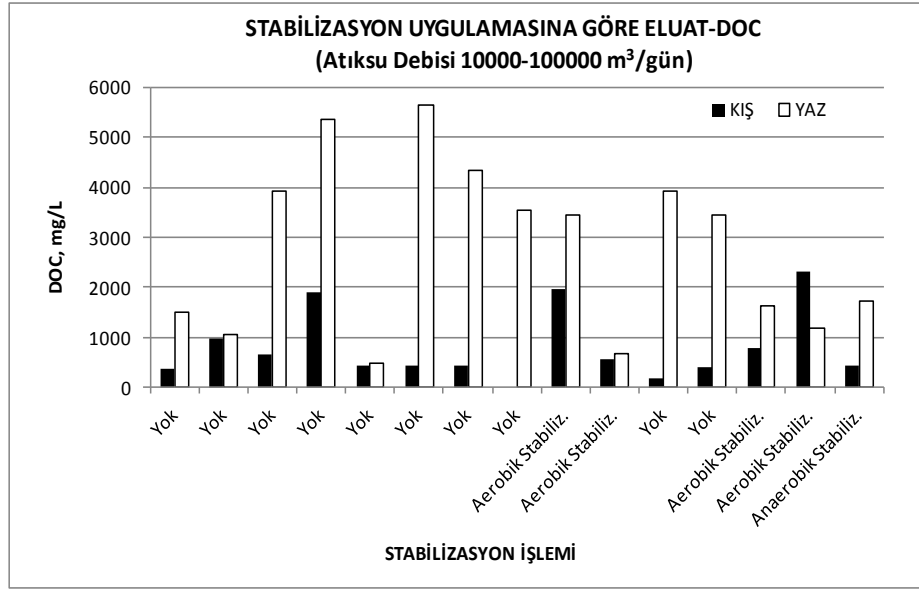
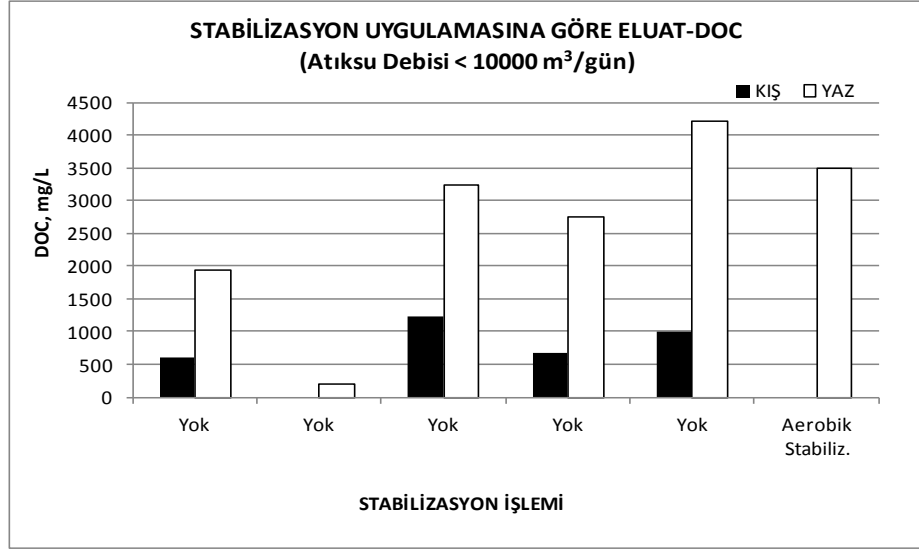
Çamur keki Toplam Organik Karbon (TOC) analiz sonuçları atıksu arıtma tesisi kapasitesine göre değerlendirilirken aynı zamanda tesiste stabilizasyon işlemi uygulanma durumları da göz önüne alınarak yorumlama yapılmıştır. Kış Dönemi ve Yaz Dönemi örneklemeleri için seçilen tesislerin arıtım kapasiteleri ve uygulanan çamur stabilizasyon işlemlerine göre elde edilen çamur keki TOC ve eluat örneklerinde elde edilen DOC sonuçları Şekil 7.53 ve Şekil 7.54'de grafiğe aktarılmıştır.

Küçük kapasiteye sahip tesislerde kış aylarında ortalama 317 mg/kg olan TOC değerleri yaz aylarında 307 mg/kg seviyelerindedir. Ancak en yüksek değerler dikkate alındığında kış ve yaz mevsiminde en yüksek TOC değerleri 350 ve 422 mg/kg olarak belirlenmiştir. Orta ölçekli tesislerde kış ve yaz mevsiminde en yüksek TOC değerleri 403 ve 356 mg/kg olarak ölçülmüştür. Ortalama değerler ise kış ve yaz mevsiminde 308 mg/kg seviyelerindedir. Büyük kapasiteli arıtma tesislerinde ise özellikle ortalama değerler dikkate alındığında daha düşük TOC değerleri dikkat çekmektedir (Kış mevsimi ortalaması 264 ve yaz mevsimi ortalaması 285 mg/kg). Büyük tesislerde ağırlıklı olarak anaerobik stabilizasyon işleminin uygulanması neticesinde beklendiği gibi daha düşük TOC değerlerine ulaşılabilir (Şekil 44).

Eluat numuneleri çözünmüş organik karbon değerleri incelendiğinde küçük kapasiteli tesisler için kış ayları ortalaması 780 ve yaz ayları ortalaması 2780 mg/L; orta kapasiteli tesislerde 1070 ve 2790 mg/L; büyük kapasiteli tesislerde ise 736 ve 2224 mg/L'dir. Atıksu arıtma tesisi kapasitesine göre çözünmüş organik karbon değerlerinde belirgin bir farklılık belirlenmemiştir (Şekil 45).



Şekil 7.53 : AAT arıtma kapasitesi ve stabilizasyon işlemine göre TOC sonuçları



Şekil 7.54 : AAT arıtma kapasitesi ve stabilizasyon işlemine göre DOC sonuçları

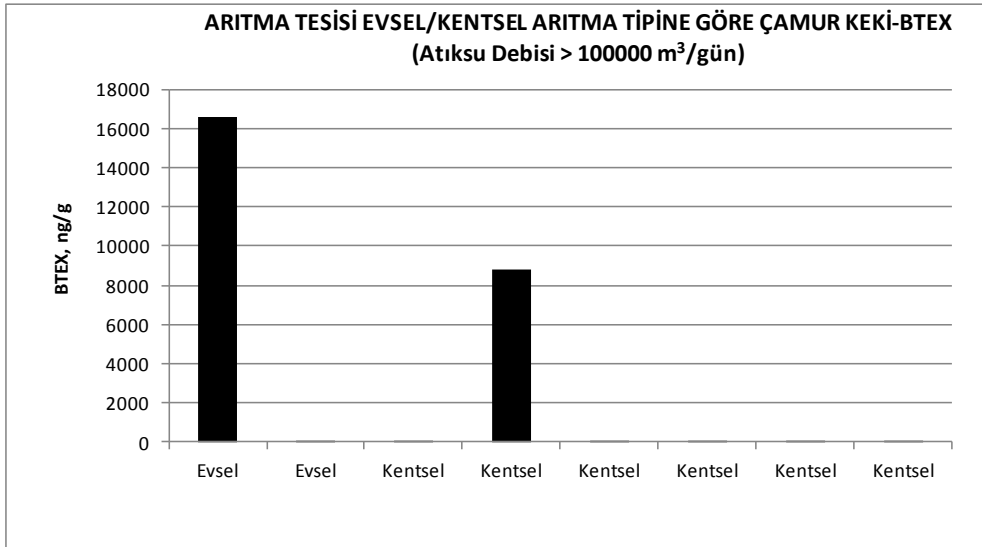
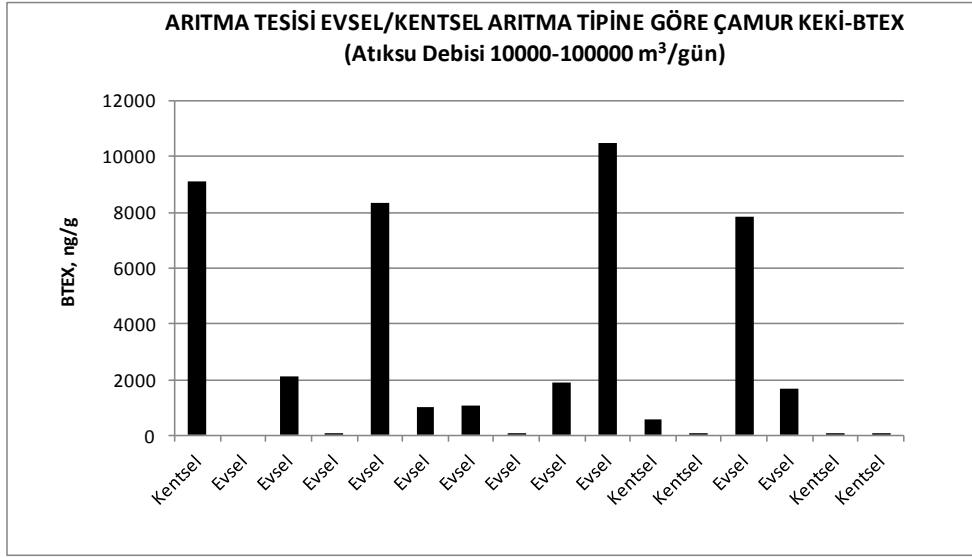
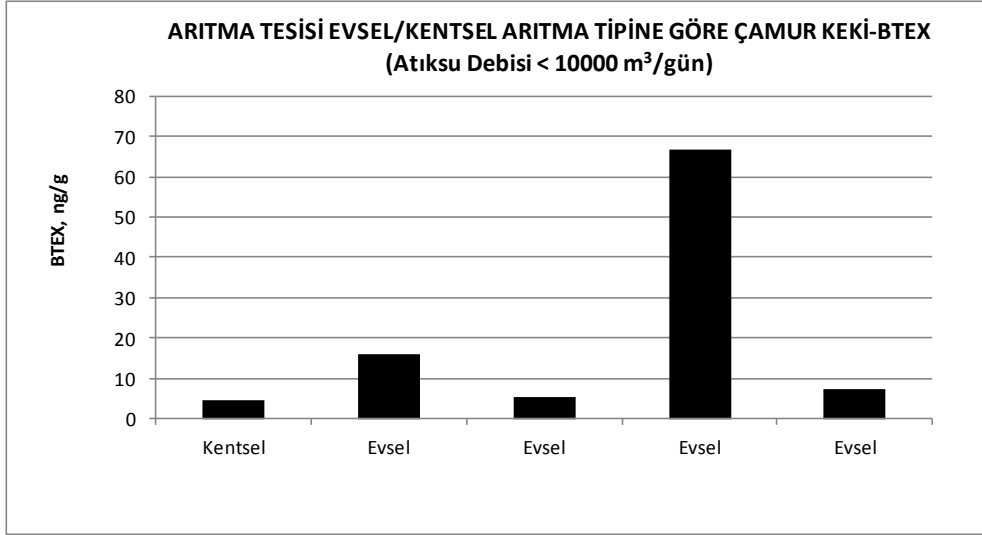
Orijinal Çamur Keki BTEX Analiz Sonuçları

Çamur keki BTEX analiz sonuçlarının atıksu arıtma tesisi kapasitesi ve arıtılan atıksu niteliğine (evsel/kentsel) göre değerlendirilmesine ilişkin yaz dönemi analiz sonuçları Şekil 7.55'de verilmektedir.

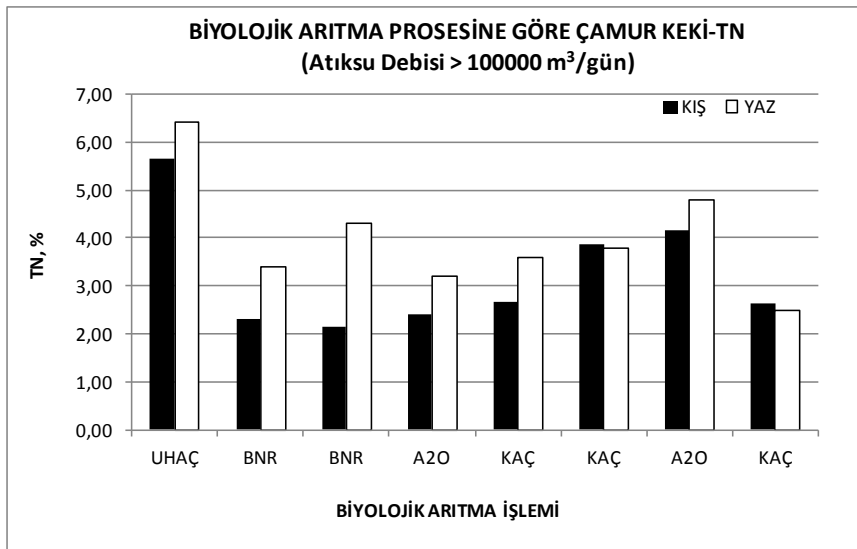
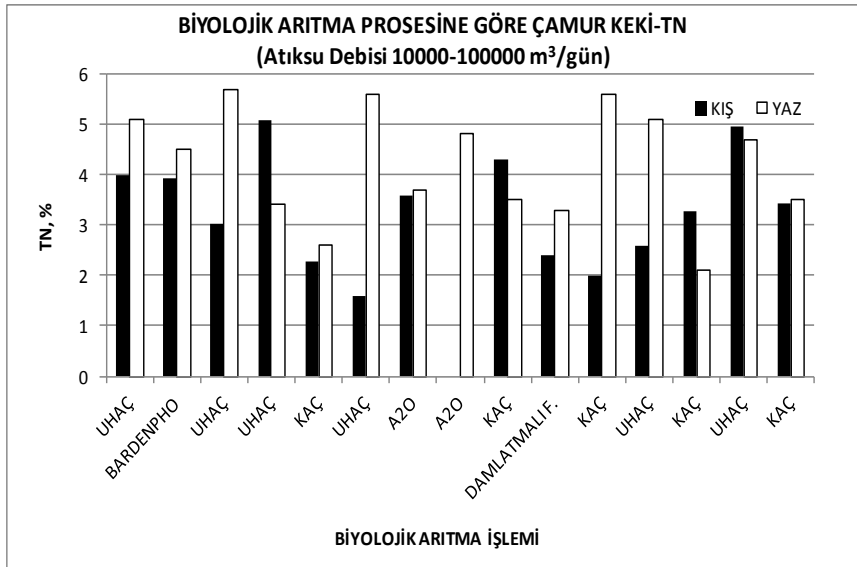
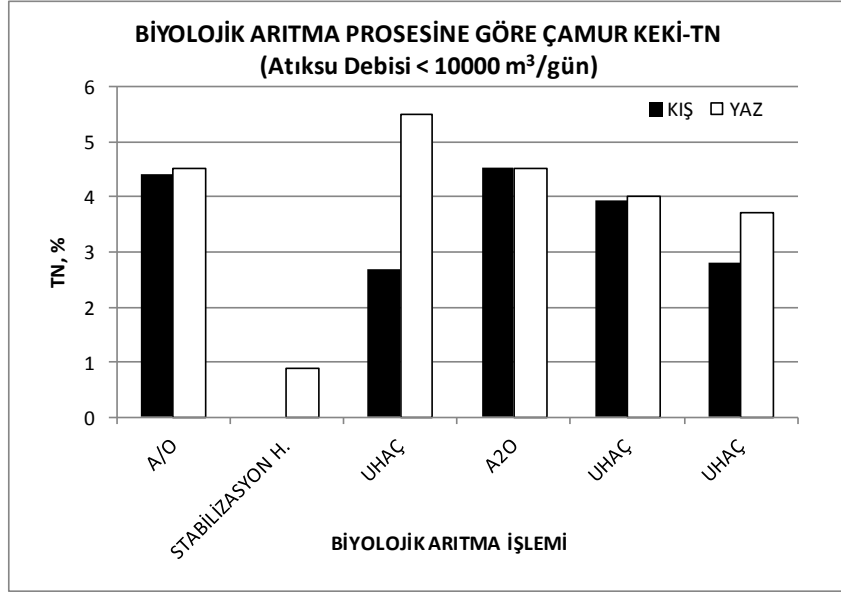
Küçük kapasiteli tesislerde BTEX değerleri, tesise gelen atıksuyun evsel/kentsel özelliğine bağlı olmaksızın değişim göstermiş; ölçüm yapılan tesislerin tamamında 70 ng/g seviyesinin altında kalmıştır. Orta ve büyük ölçekli tesislerde ise 8000 ng/g değerini aşan 6 tesis belirlenmiştir. Bu farklılığın, tesislerin uygulanan biyolojik arıtma işlemleri ve atıksu niteliğinden bağımsız olarak tamamen arıtılan atıksuyun özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Orijinal Çamur Keki TN, TP Analiz Sonuçları

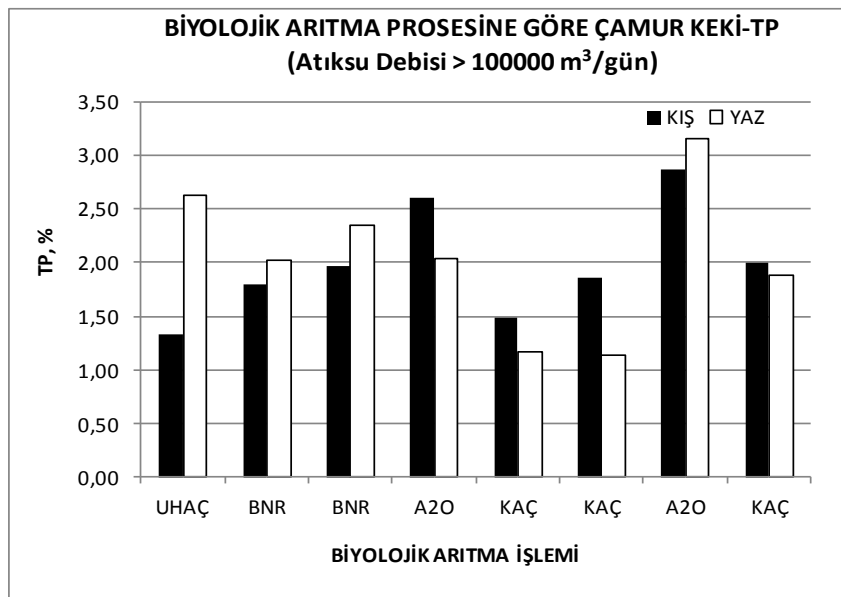
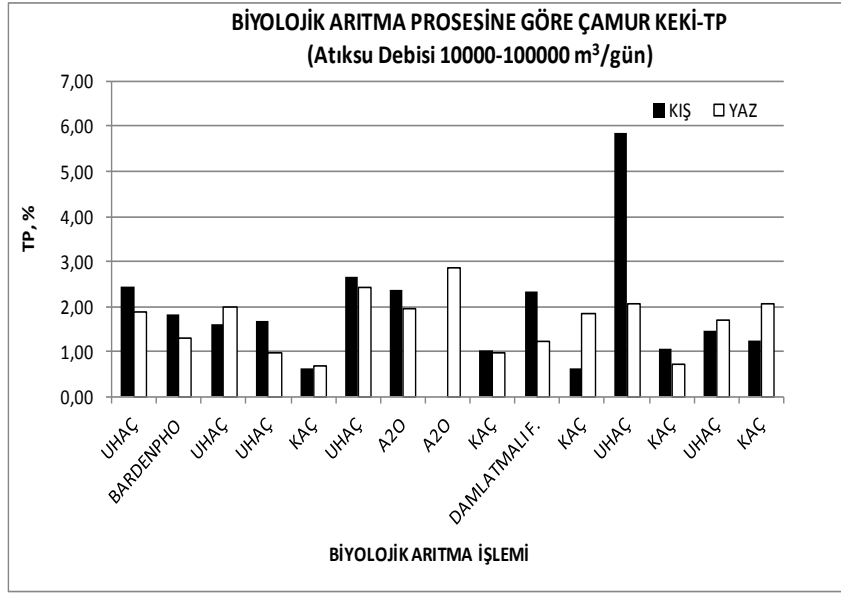
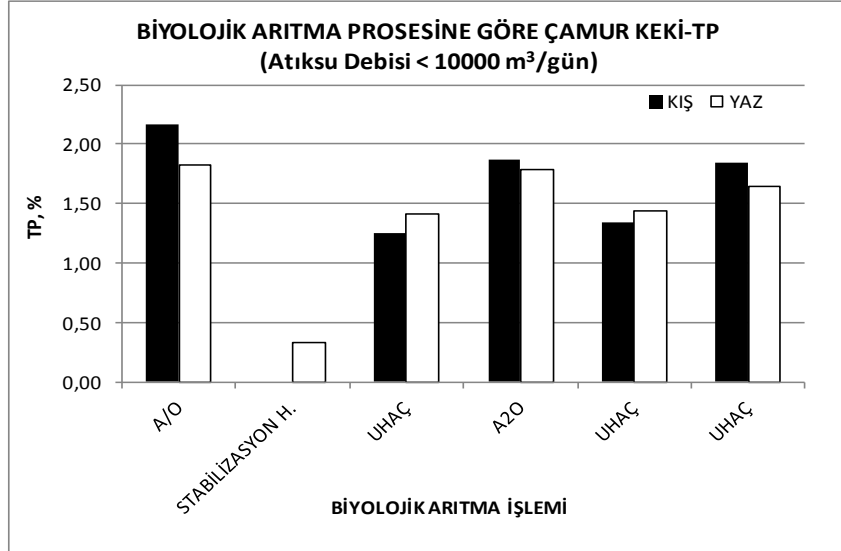
Seçilen tesislerden alınan yaz ve kış mevsimini temsil eden çamur keki numunelerinde ölçülen toplam azot ve toplam fosfor değerleri, arıtma tesisi kapasitesi ve tesislerde uygulanan biyolojik arıtma işlemine göre Şekil 7.56 ve Şekil 7.57'de verilmektedir. Beklendiği üzere, TN ve TP değerlerinde arıtma kapasitesine göre herhangi bir belirgin farklılık görülmemiştir. Bununla birlikte, uygulanan biyolojik arıtma prosesine ve arıtılan atıksuyun özelliklerine bağlı olarak bazı salınımlar tespit edilmiştir.



Şekil 7.55 : AAT arıtma kapasitesi ve arıtılan atıksu niteliğine göre BTEX sonuçları



Şekil 7.56 : AAT arıtma kapasitesi ve biyolojik arıtma işlemine göre TN sonuçları

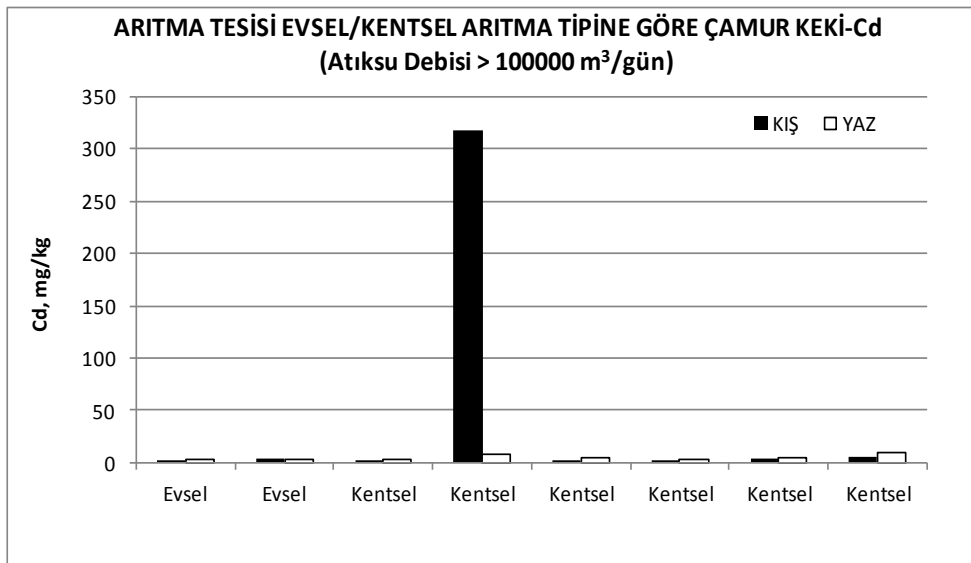
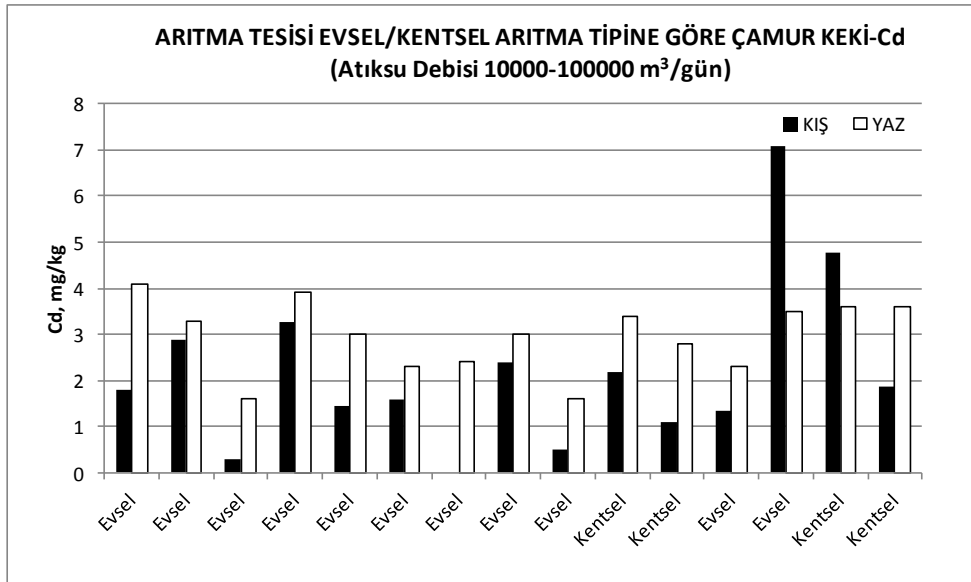
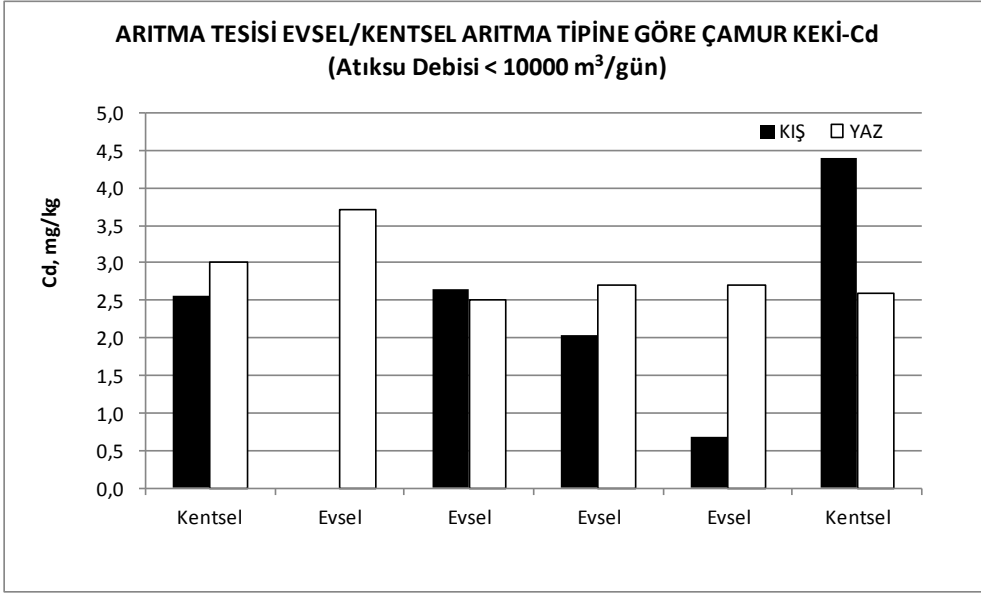


Şekil 7.57 : AAT arıtma kapasitesi ve biyolojik arıtma işlemine göre TP sonuçları

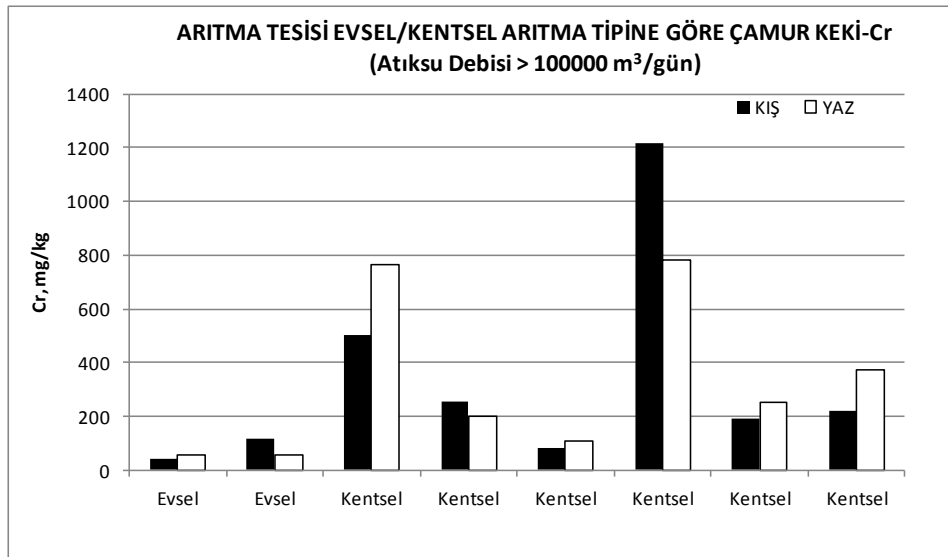
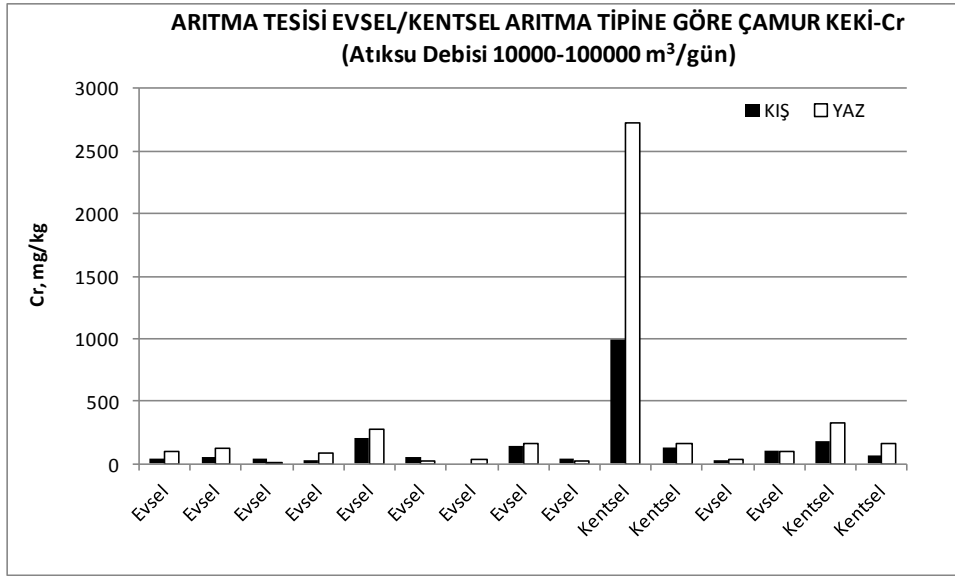
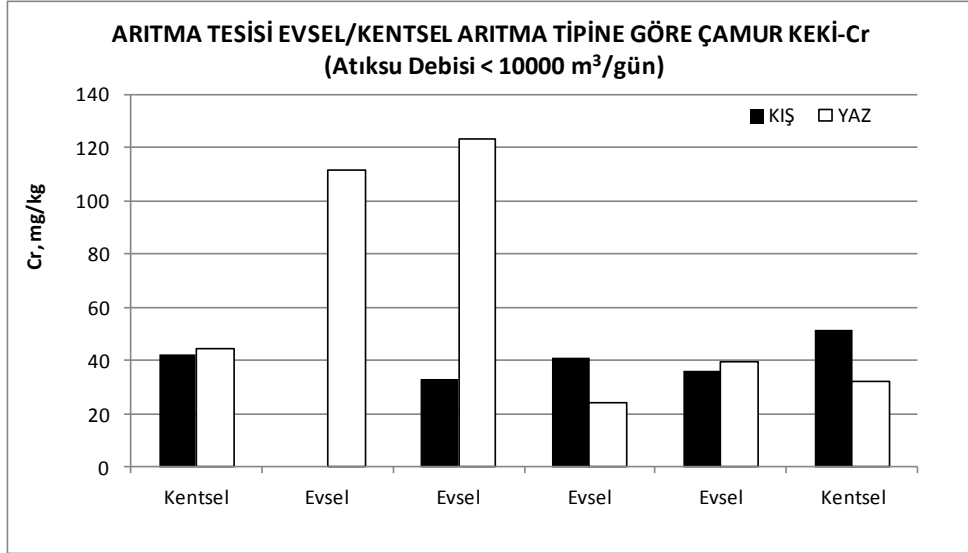
7.4.3. Orijinal Çamur Keki Ağır Metal Analiz Sonuçları

Tesis kapasitesine göre çamur keklerinin muhteva ettiği ağır metal konsantrasyonları değerlendirmesinde, sadece “Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik” kapsamında toprakta kullanılabilir stabilize arıtma çamurunda müsaade edilecek maksimum ağır metal değerlerinin yer aldığı Ek I-B’ de verilen tablodaki ağır metaller dikkate alınmıştır. Bu ağır metaller içerisinde yer alan civa parametresi konsantrasyonları ölçüm değerlerinin altında kaldığı için değerlendirmeye alınmamıştır. Arıtma tesisi kapasitesi ve atıksu niteliğine göre Cd, Cr, Cu, Ni, Pb ve Zn için elde edilen sonuçlar Şekil 49 - 54’de verilmektedir.

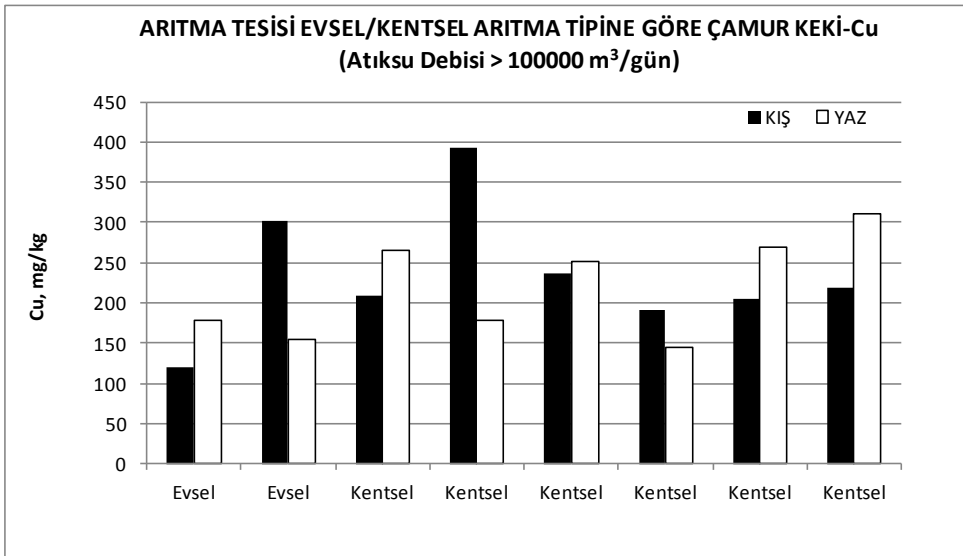
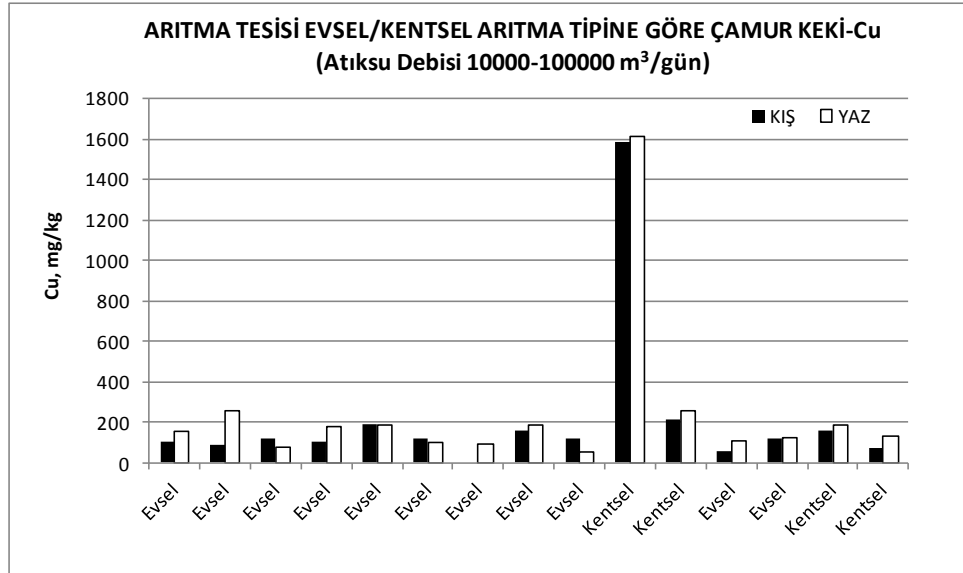
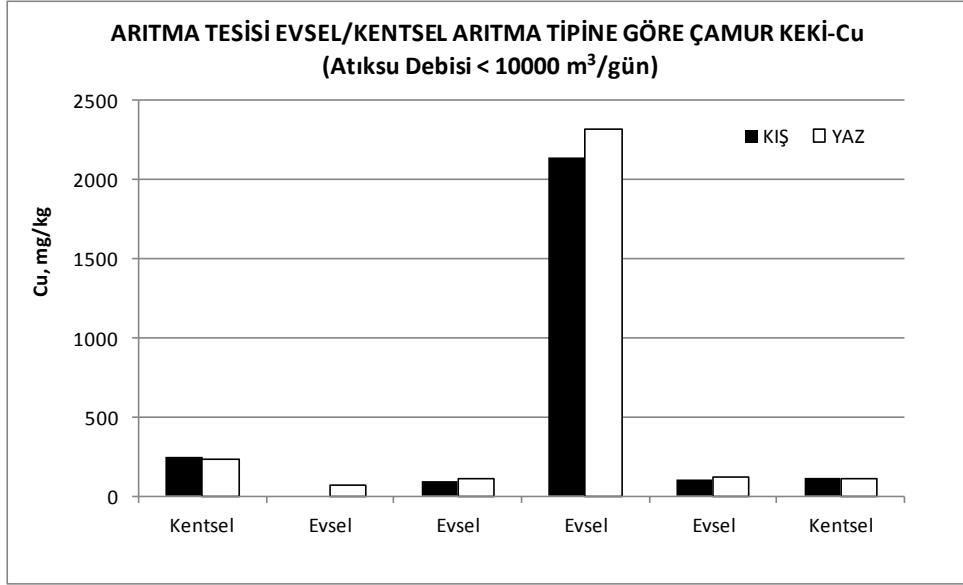
Tüm ağır metal değerleri incelendiğinde, evsel/kentsel nitelikli tesisler arasında önemli bir farklılığın olmadığı görülmektedir. Evsel nitelikli AAT’lerinde üretilen arıtma çamurlarında daha düşük ağır metal içeriklerinin olması beklenmesine rağmen, tesislerin “evsel” nitelik tanımını dahilinde olmadığı ve önemli derecede ağır metal içerdiği hatta bazı tesislerde kentsel nitelikli tesislerden bile daha yüksek ağır metal değerlerinin olduğu belirlenmiştir.



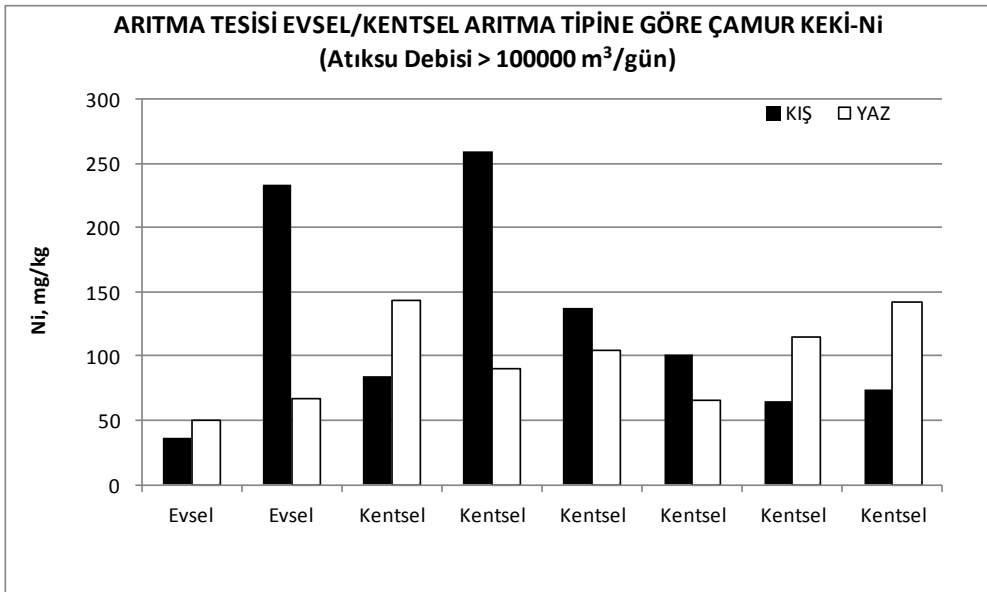
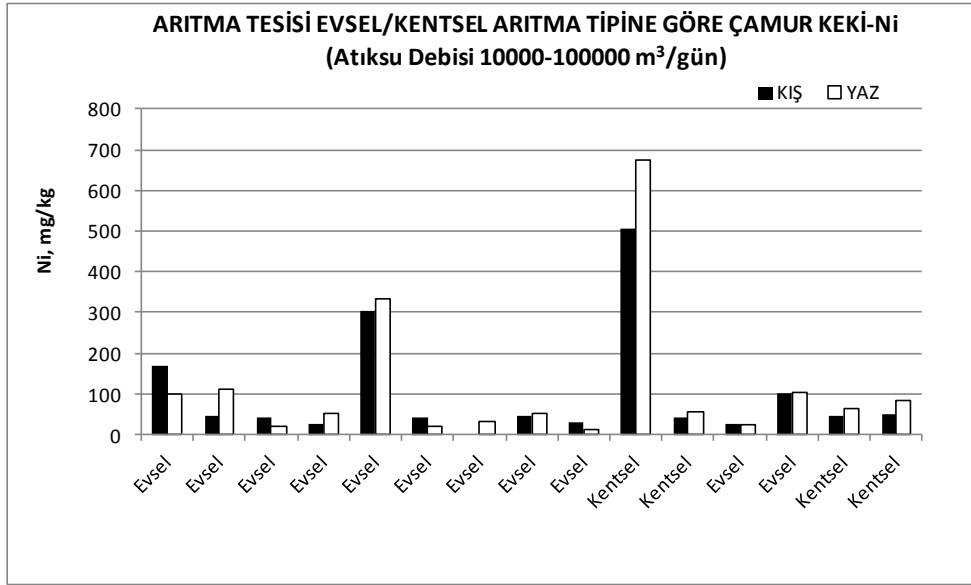
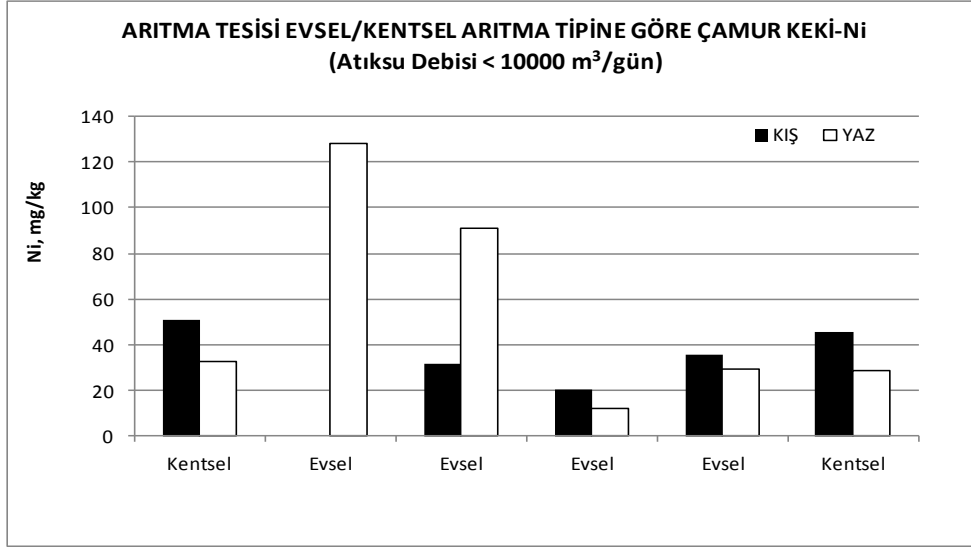
Şekil 7.58 : AAT arıtma kapasitesi ve arıtılan atıksu niteliğine göre Cd sonuçları



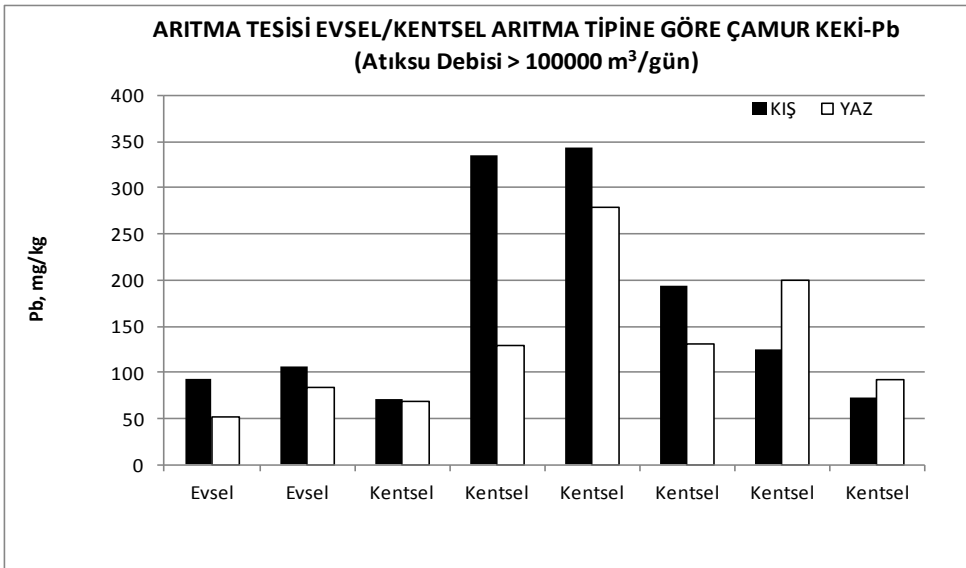
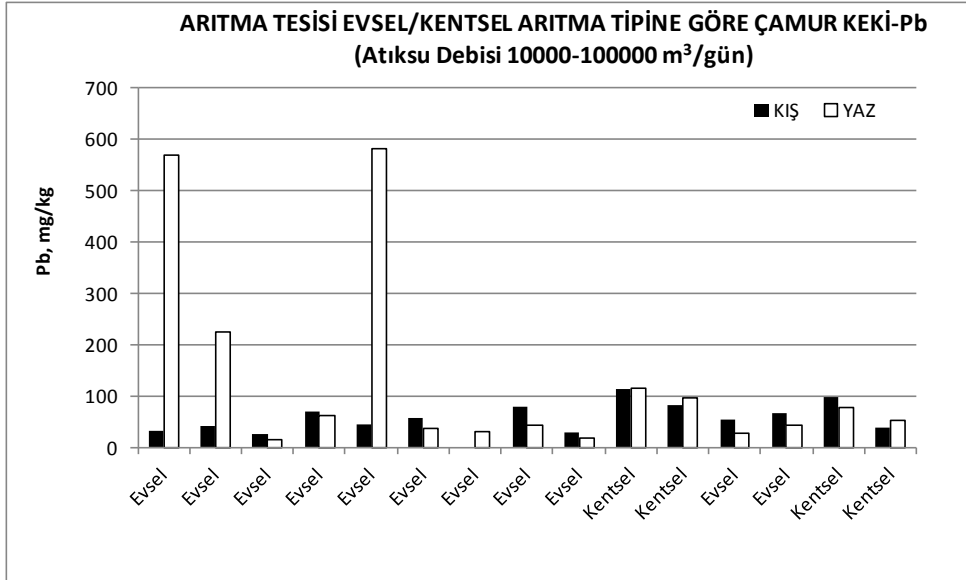
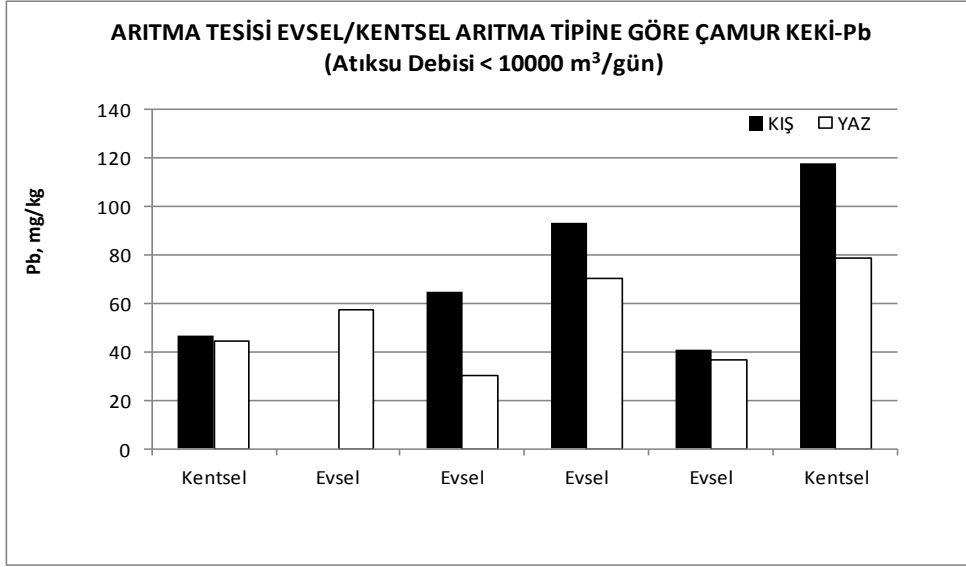
Şekil 7.59 : AAT arıtma kapasitesi ve arıtılan atıksu niteliğine göre Cr sonuçları



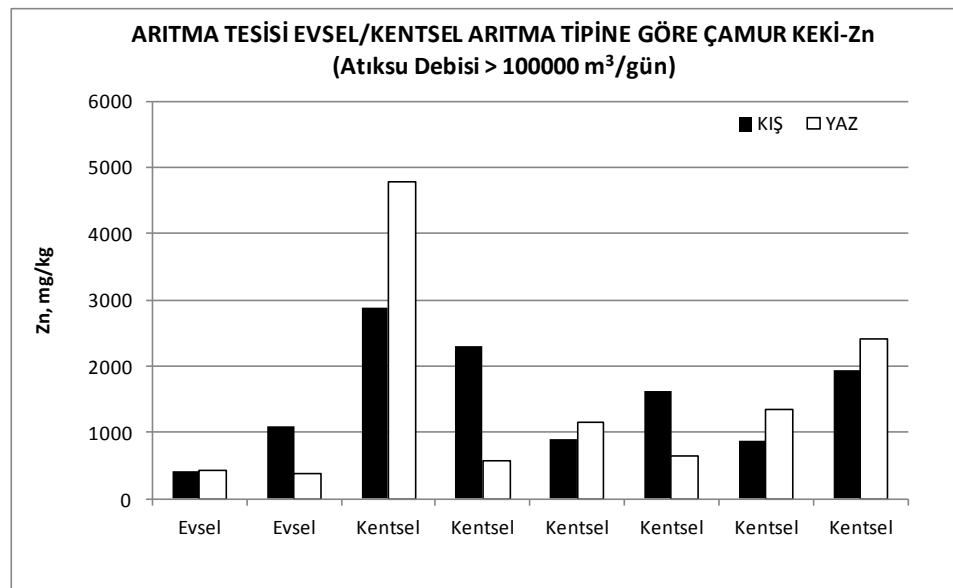
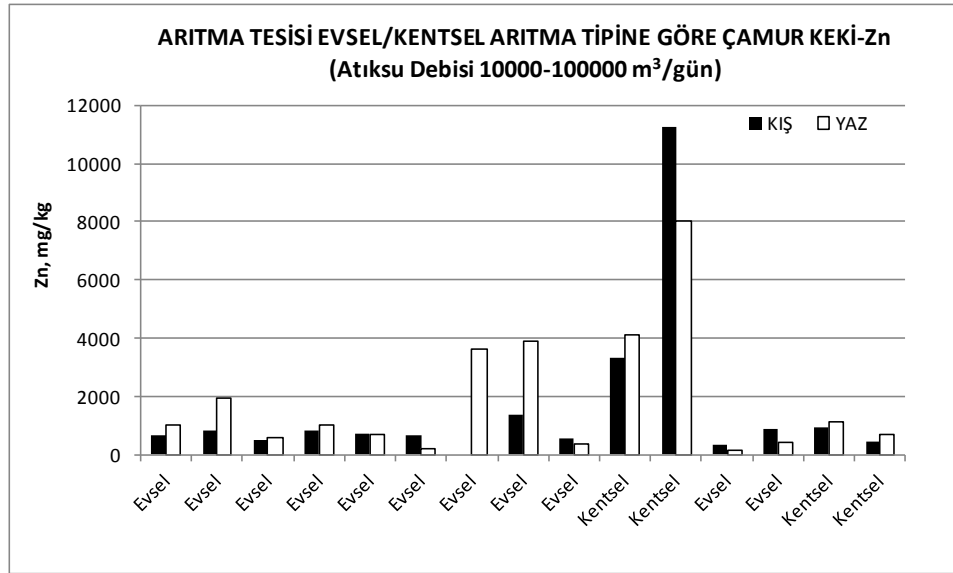
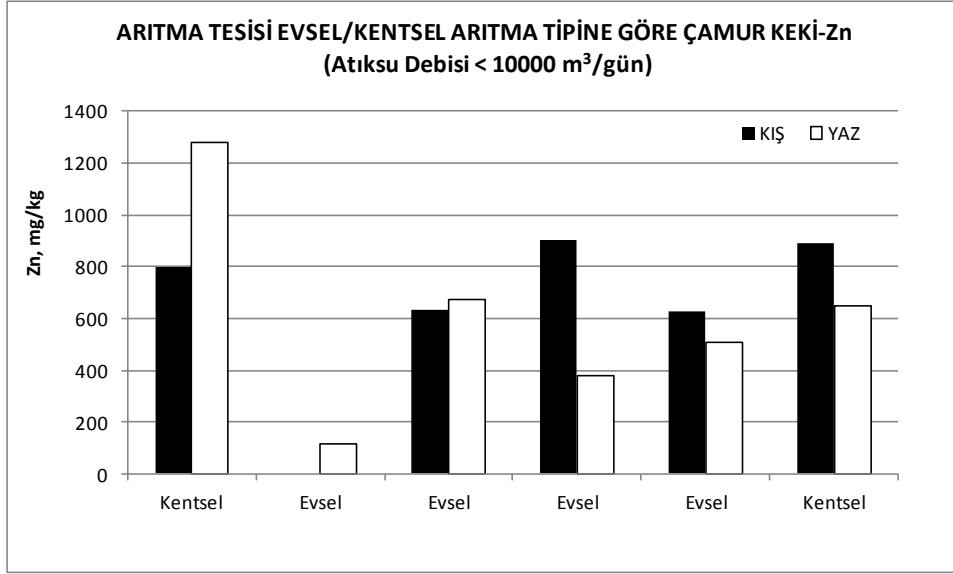
Şekil 7.60 : AAT arıtma kapasitesi ve arıtılan atıksu niteliğine göre Cu sonuçları



Şekil 7.61 : AAT arıtma kapasitesi ve arıtılan atıksu niteliğine göre Ni sonuçları



Şekil 7.62 : AAT arıtma kapasitesi ve arıtılan atıksu niteliğine göre Pb sonuçları



Şekil 7.63 : AAT arıtma kapasitesi ve arıtılan atıksu niteliğine göre Zn sonuçlar

